Sistemas de Ficheiros

Ficheiros
Diretórios
Implementação de sistemas de ficheiros
Exemplos de sistemas de ficheiros

Armazenamento de Informação de Longo Prazo

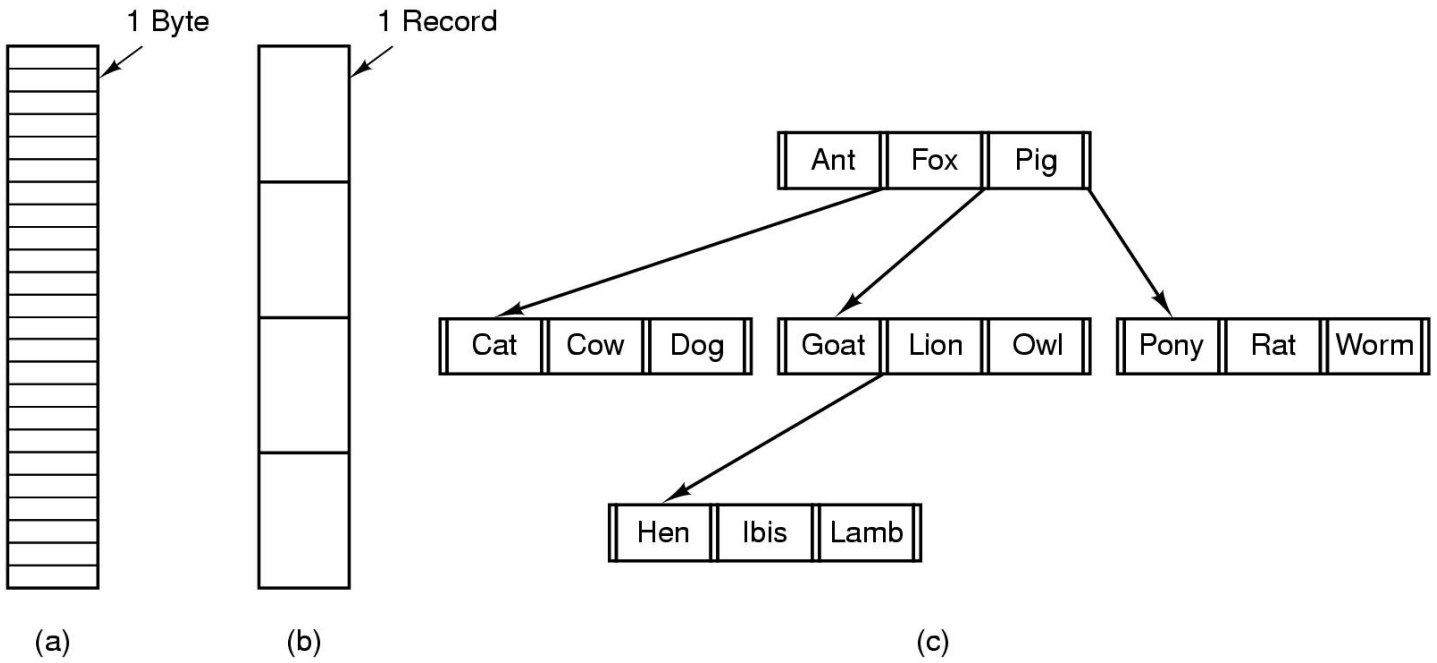
1. Deve armazenar grandes massas de dados
2. Informação armazenada deve ser persistente, isto é, deve se manter após o término do processo que a estava utilizando
3. Múltiplos processos devem poder aceder os dados de forma concorrente

Nomes de ficheiros

Extension	Meaning
file.bak	Backup file
file.c	C source program
file.gif	Compuserve Graphical Interchange Format image
file.hlp	Help file
file.html	World Wide Web HyperText Markup Language document
file.jpg	Still picture encoded with the JPEG standard
file.mp3	Music encoded in MPEG layer 3 audio format
file.mpg	Movie encoded with the MPEG standard
file.o	Object file (compiler output, not yet linked)
file.pdf	Portable Document Format file
file.ps	PostScript file
file.tex	Input for the TEX formatting program
file.txt	General text file
file.zip	Compressed archive

Extensões típicas de ficheiros

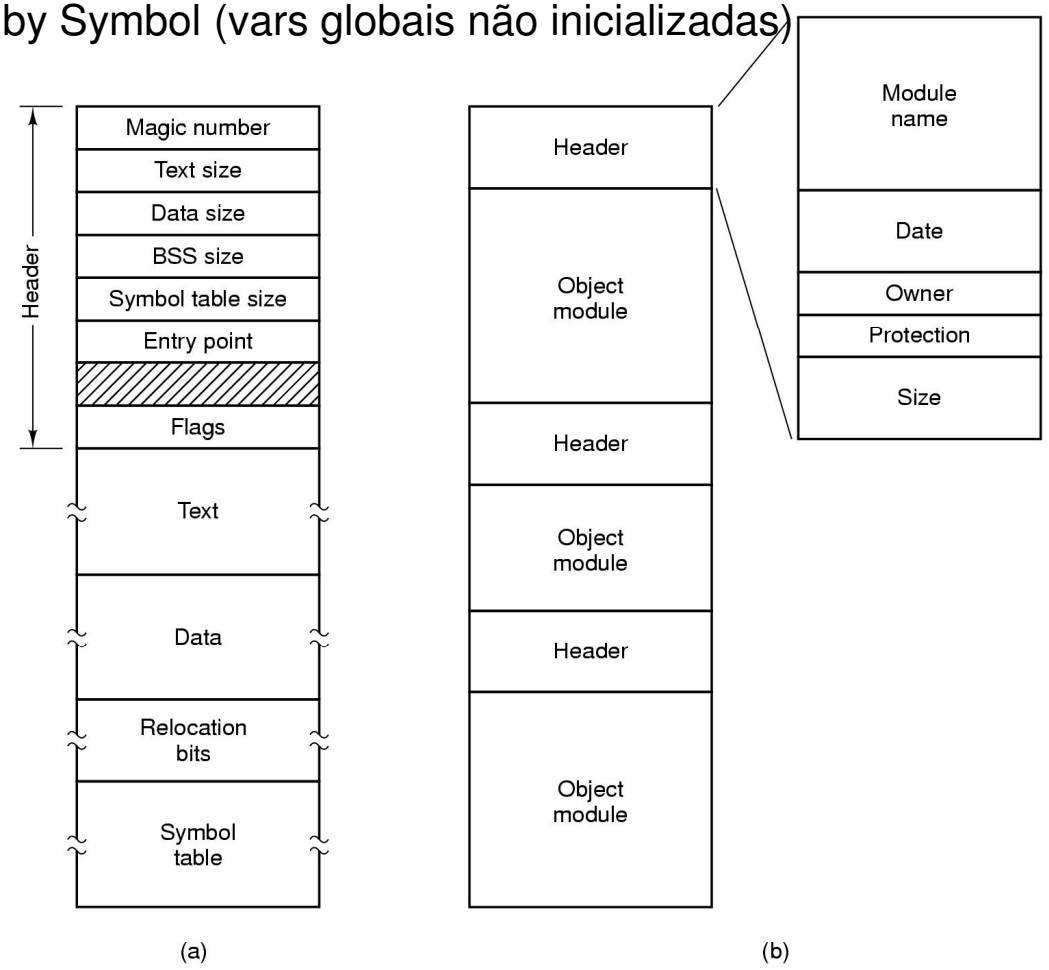
Estrutura de ficheiros



- 3 tipos de ficheiros
  - Sequência de bytes
  - Sequência de registos
  - árvores

Tipos de ficheiros

BSS = Block Started by Symbol (vars globais não inicializadas)



(a) Ficheiro executável (b) Um *archive*

Métodos de acesso

- Sequencial
  - Lê todos os bytes/records a partir do início do ficheiro
  - Não pode ler qualquer byte sem passar pelos precedentes, pode voltar para trás
  - Conveniente quando o meio de armazenamento era fita magnética
- Aleatório
  - bytes/records são lidos em qualquer ordem
  - essencial para sistemas de bases de dados
  - Leitura pode ser …
    - Mover marcador do ficheiro (seek), então ler ou …
    - Ler e só então mover o marcador

Atributos de ficheiros

Attribute	Meaning
Protection	Who can access the file and in what way
Password	Password needed to access the file
Creator	ID of the person who created the file
Owner	Current owner
Read-only flag	0 for read/write; 1 for read only
Hidden flag	0 for normal; 1 for do not display in listings
System flag	0 for normal files; 1 for system file
Archive flag	0 for has been backed up; 1 for needs to be backed up
ASCII/binary flag	0 for ASCII file; 1 for binary file
Random access flag	0 for sequential access only; 1 for random access
Temporary flag	0 for normal; 1 for delete file on process exit
Lock flags	0 for unlocked; nonzero for locked
Record length	Number of bytes in a record
Key position	Offset of the key within each record
Key length	Number of bytes in the key field
Creation time	Date and time the file was created
Time of last access	Date and time the file was last accessed
Time of last change	Date and time the file has last changed
Current size	Number of bytes in the file
Maximum size	Number of bytes the file may grow to

Atributos possíveis para um ficheiro

Operações em ficheiros

1. Create
2. Delete
3. Open
4. Close
5. Read
6. Write
7. Append
8. Seek
9. Get attributes
10. Set Attributes
11. Rename

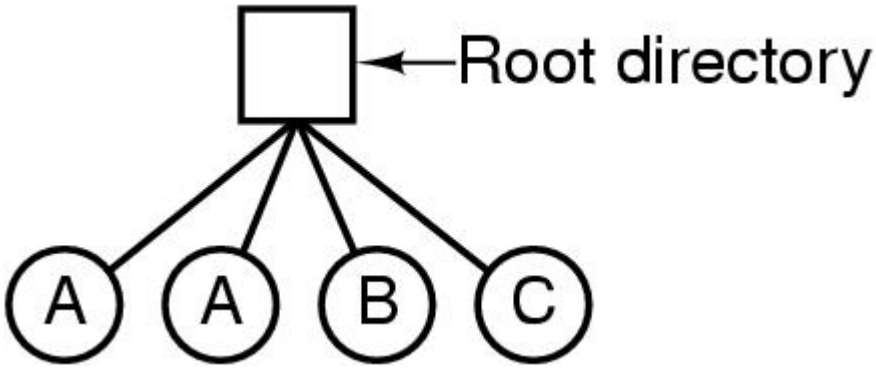
Exemplo de Programa usando chamadas ao sistema de ficheiros (1/2)

```
/* File copy program. Error checking and reporting is minimal. */

#include <sys/types.h>                  /* include necessary header files */
#include <fcntl.h>
#include <stdlib.h>
#include <unistd.h>

int main(int argc, char *argv[]);       /* ANSI prototype */

#define BUF_SIZE 4096                   /* use a buffer size of 4096 bytes */
#define OUTPUT_MODE 0700                /* protection bits for output file */

int main(int argc, char *argv[])
{
      int in_fd, out_fd, rd_count, wt_count;
      char buffer[BUF_SIZE];

      if (argc != 3) exit(1);           /* syntax error if argc is not 3 */
```

Exemplo de Programa usando chamadas ao sistema de ficheiros (2/2)

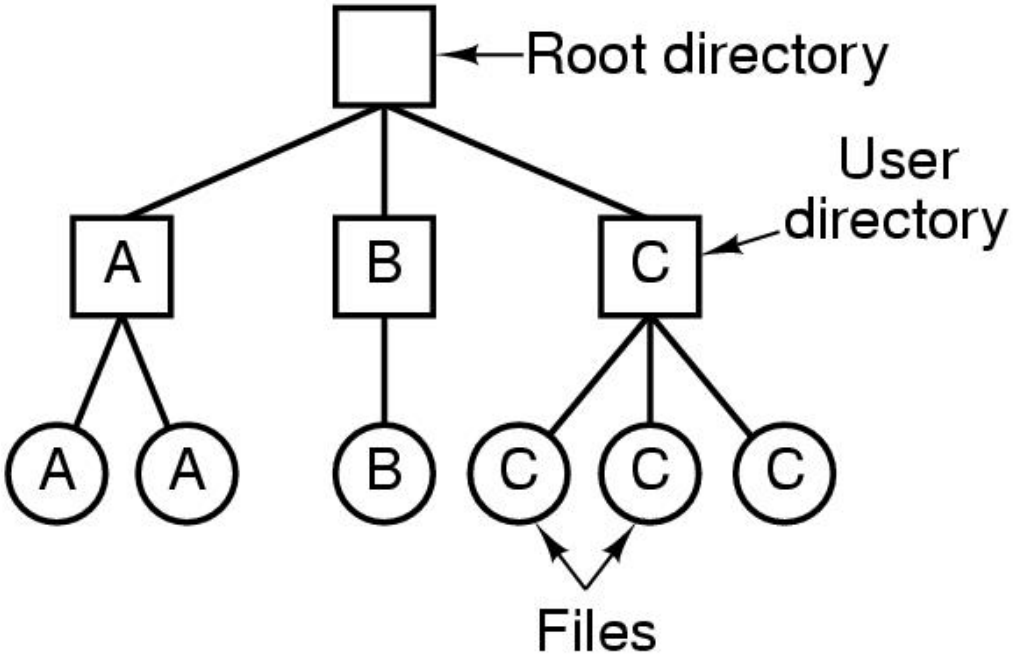
```
    /* Open the input file and create the output file */
    in_fd = open(argv[1], O_RDONLY);    /* open the source file */
    if (in_fd < 0) exit(2);             /* if it cannot be opened, exit */
    out_fd = creat(argv[2], OUTPUT_MODE);  /* create the destination file */
    if (out_fd < 0) exit(3);            /* if it cannot be created, exit */

    /* Copy loop */
    while (TRUE) {
        rd_count = read(in_fd, buffer, BUF_SIZE); /* read a block of data */
    if (rd_count <= 0) break;           /* if end of file or error, exit loop */
        wt_count = write(out_fd, buffer, rd_count); /* write data */
        if (wt_count <= 0) exit(4);     /* wt_count <= 0 is an error */
    }

    /* Close the files */
    close(in_fd);
    close(out_fd);
    if (rd_count == 0)                  /* no error on last read */
        exit(0);
    else
        exit(5);                        /* error on last read */
}
```

Diretórios
Sistemas de diretório com um único nível



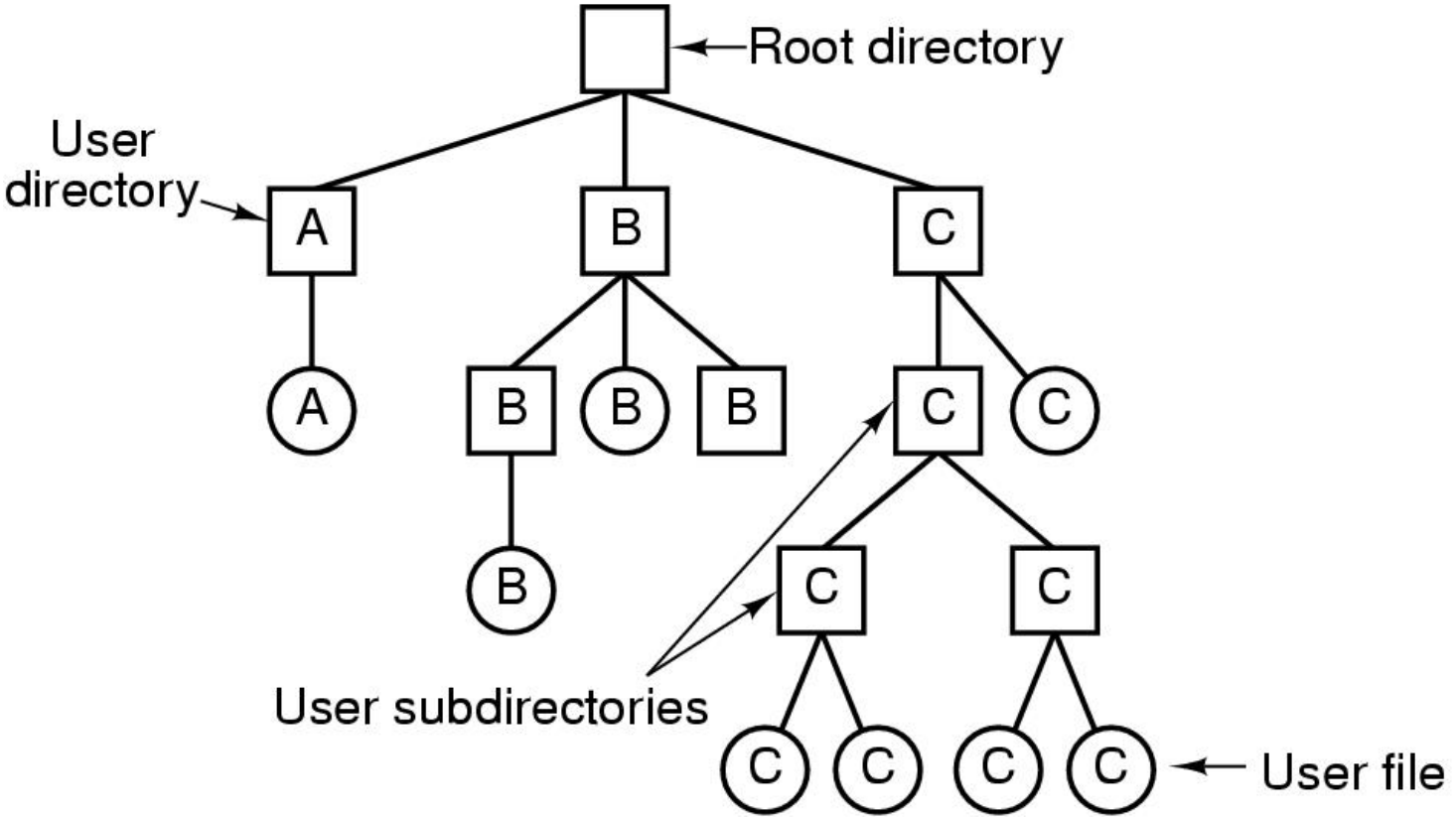
- Exemplo de sistema de diretório com um nível
  - contém 4 ficheiros…
  - …que pertencem a 3 pessoas diferentes: A, B, and C

Sistemas de diretórios de 2 níveis

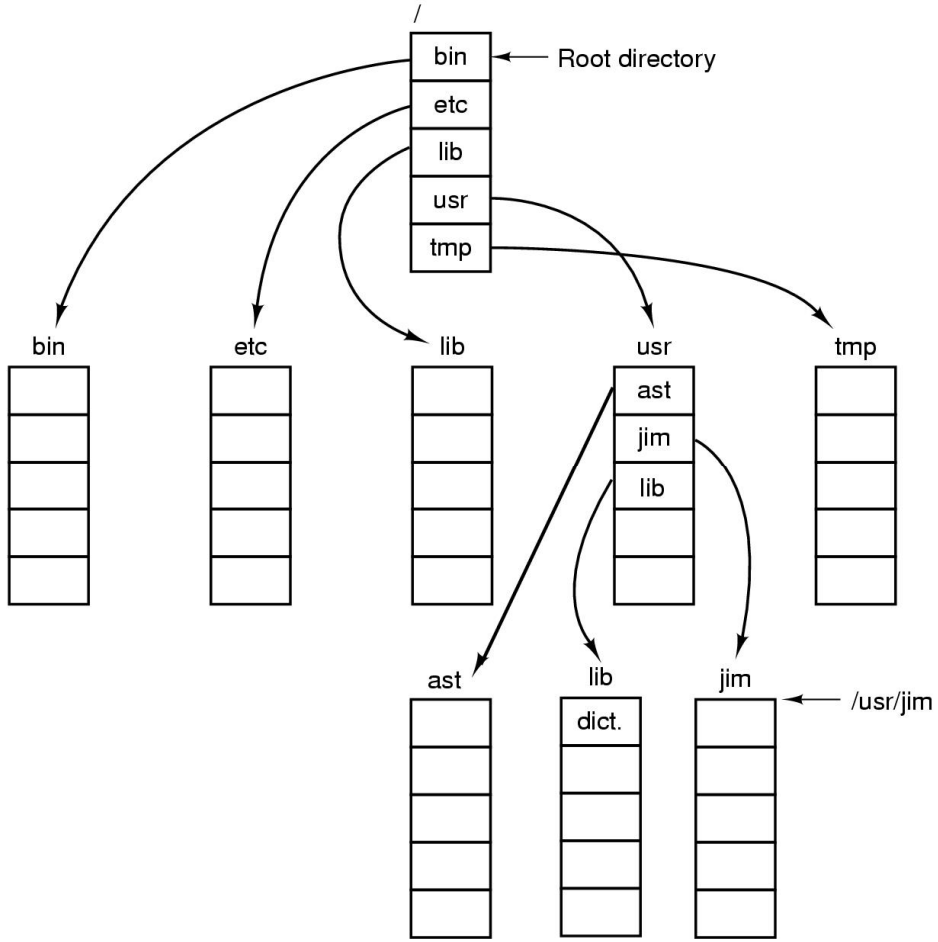


Letras indicam os donos dos diretórios e ficheiros

Sistemas hierárquicos de diretórios



Nomes dos caminhos em sistemas com organização hierárquica de diretórios



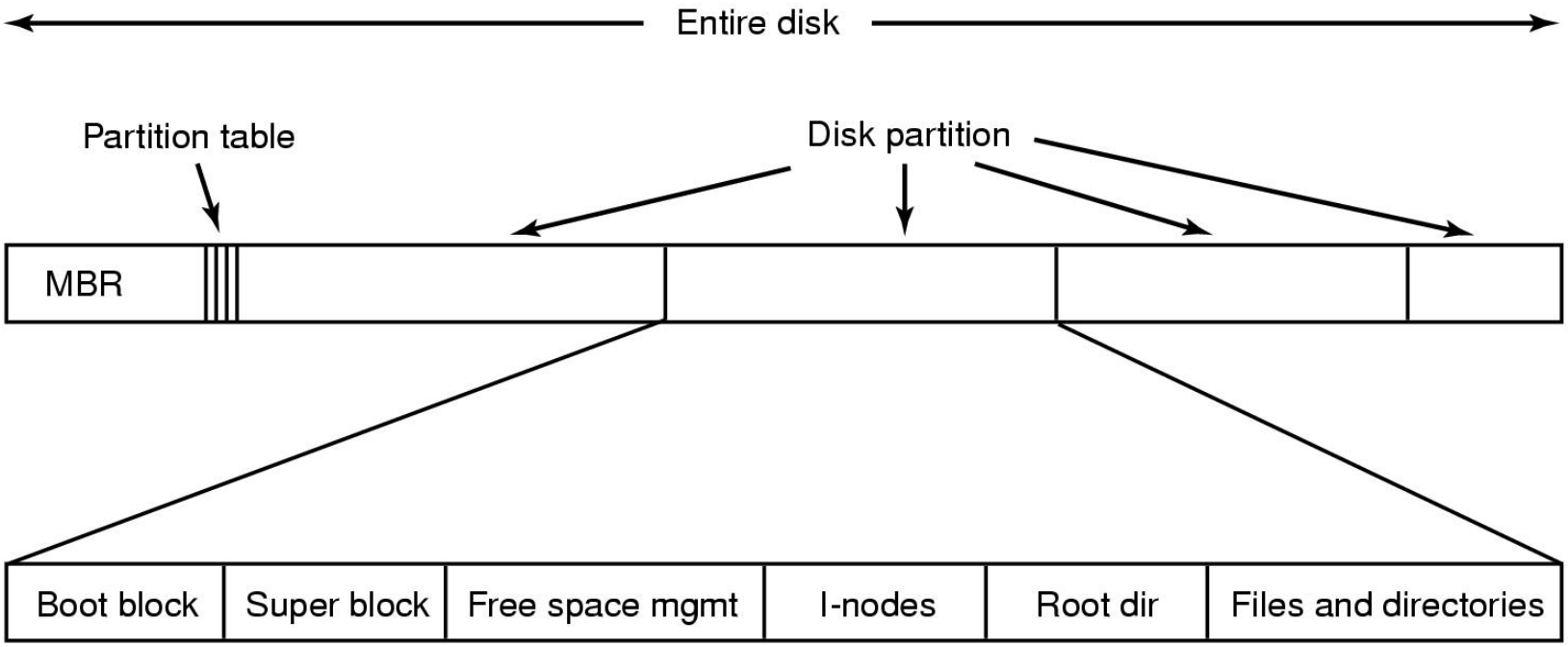
Uma árvore de diretórios UNIX

Operações com Diretórios

1. Create
2. Delete
3. Opendir
4. Closedir
5. Readdir
6. Rename
7. Link
8. Unlink

Implementação de sistemas de ficheiros

MBR = Master Boot Record

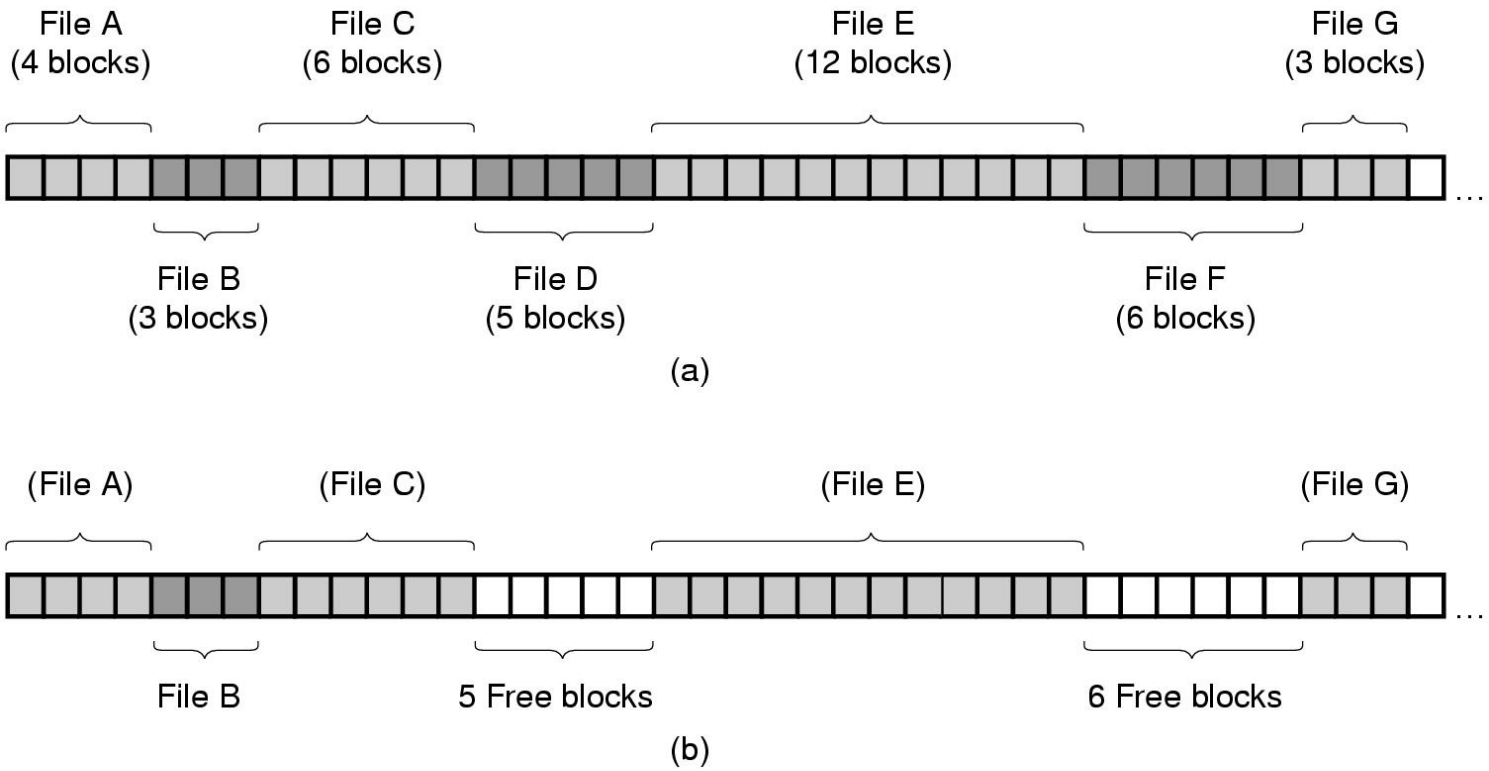


Um layout possível para um sistema de ficheiros

Implementação de sistemas de ficheiros

- Organização dos ficheiros
  - Alocação contígua
  - Alocação em listas encadeadas

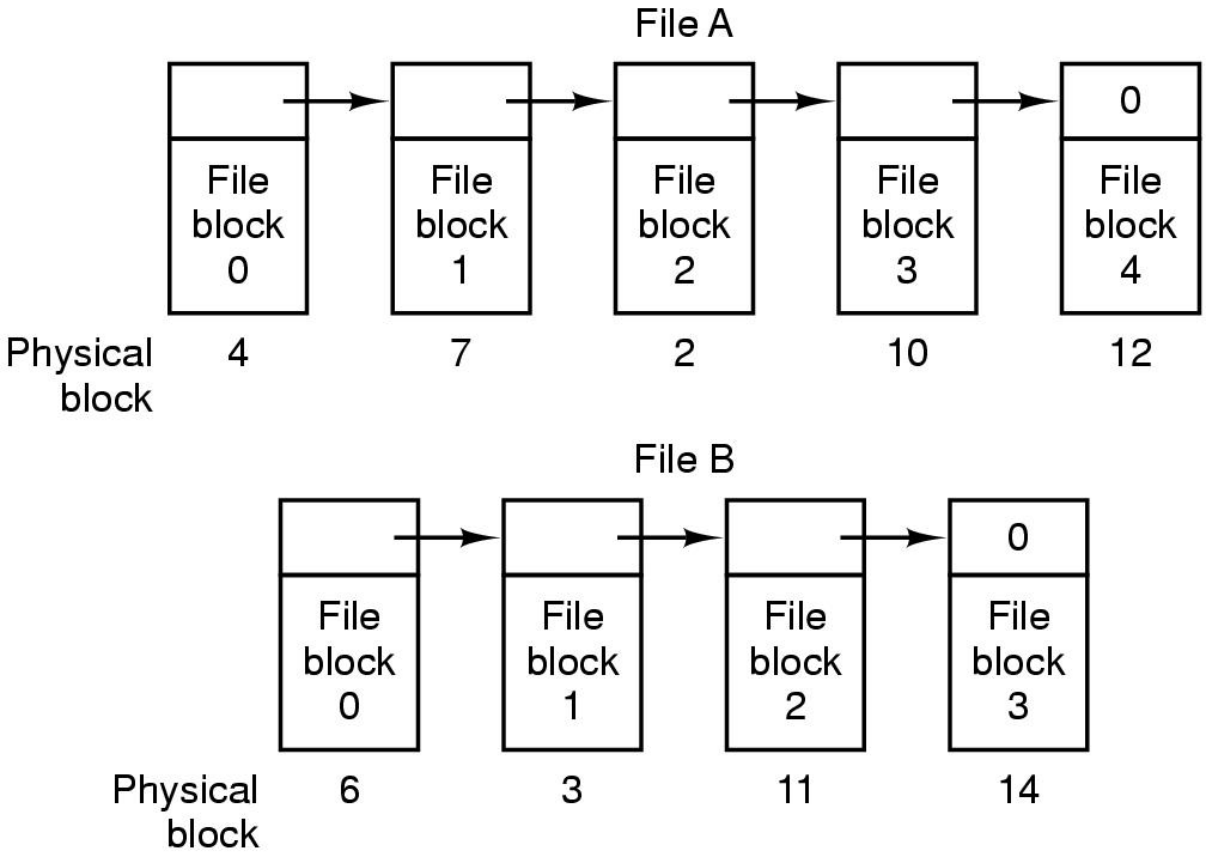
Implementação de ficheiros (1)



(a) Alocação Contígua de espaço para 7 ficheiros

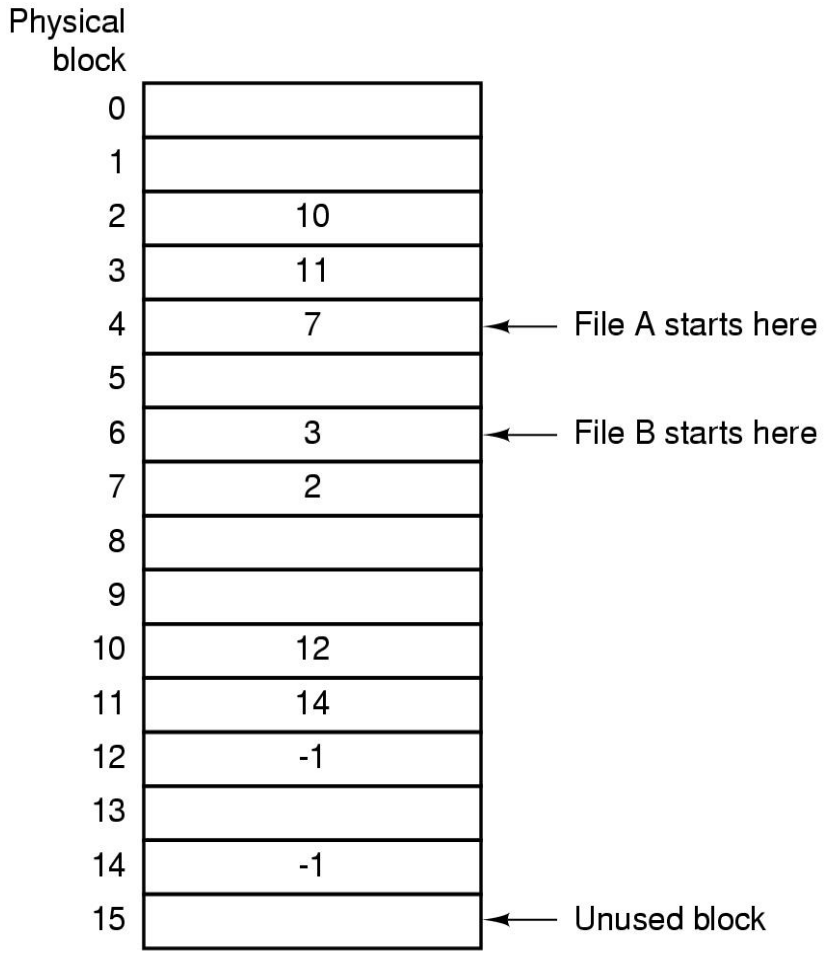
(b) Estado do disco após ficheiros *D* e *E* terem sido removidos

Implementação de ficheiros (2)



Armazenamento de ficheiros utilizando listas encadeadas de blocos do disco

Implementação de ficheiros (3)

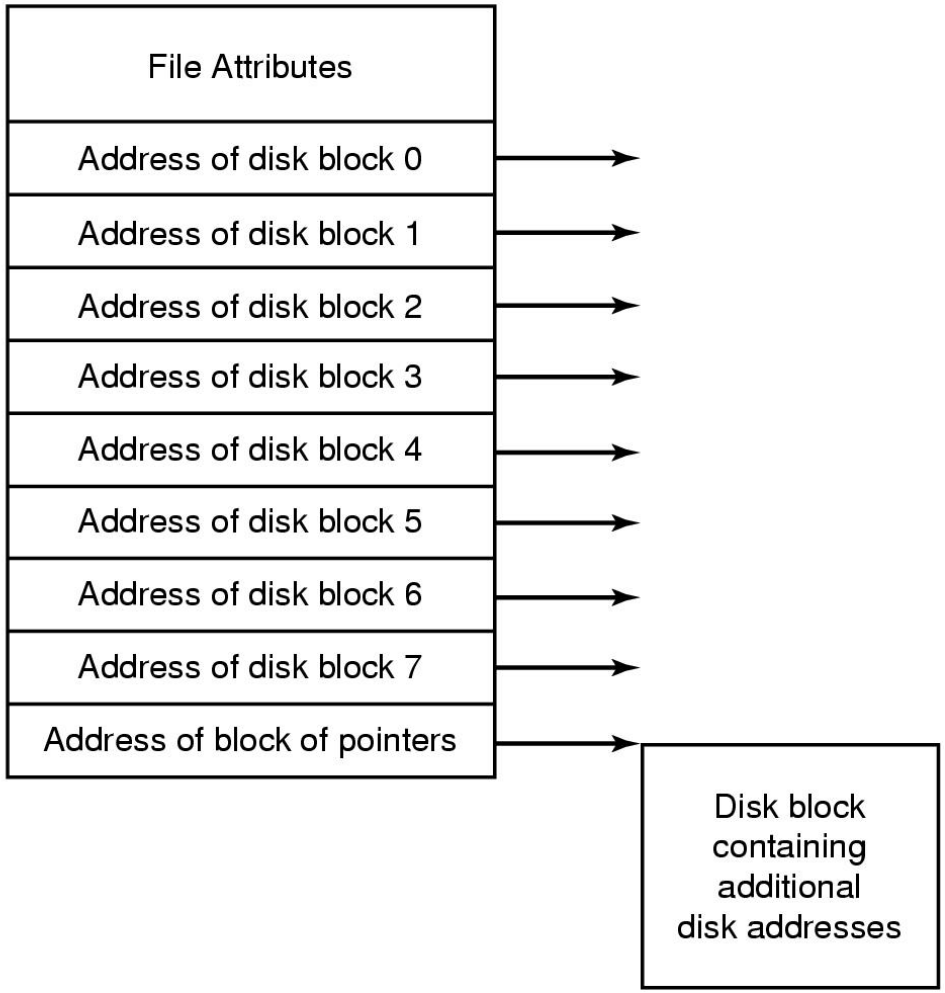


Implementação de listas encadeadas utilizando uma File Allocation Table (FAT) em RAM

Implementação de ficheiros (4)

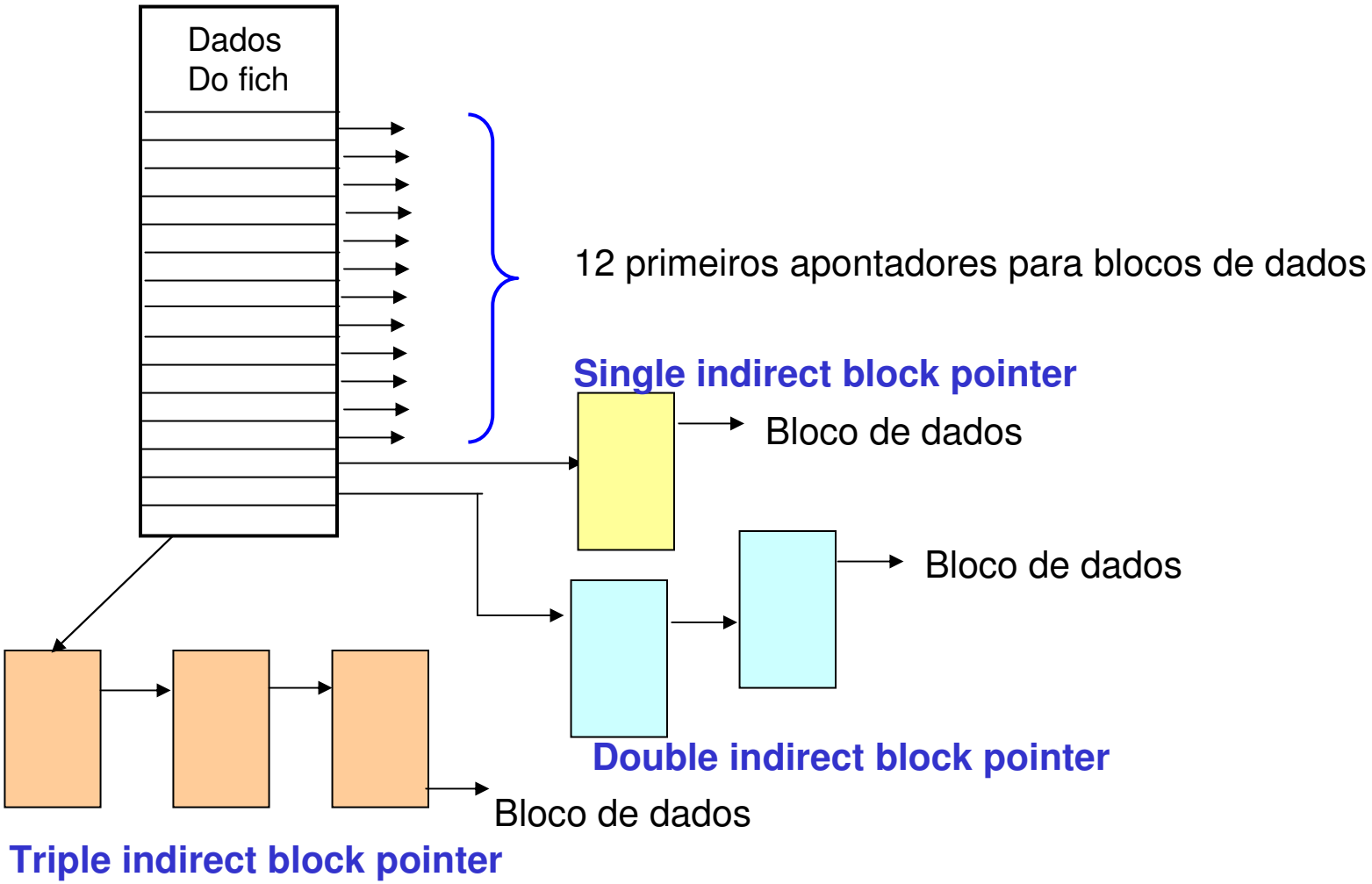
- Tamanho da FAT depende do seu tipo:
  - 8, 10, 12, 16, 32.
- Número de entradas numa FAT:
  - (2^tipo_fat) - 1

Implementação de ficheiros (5)



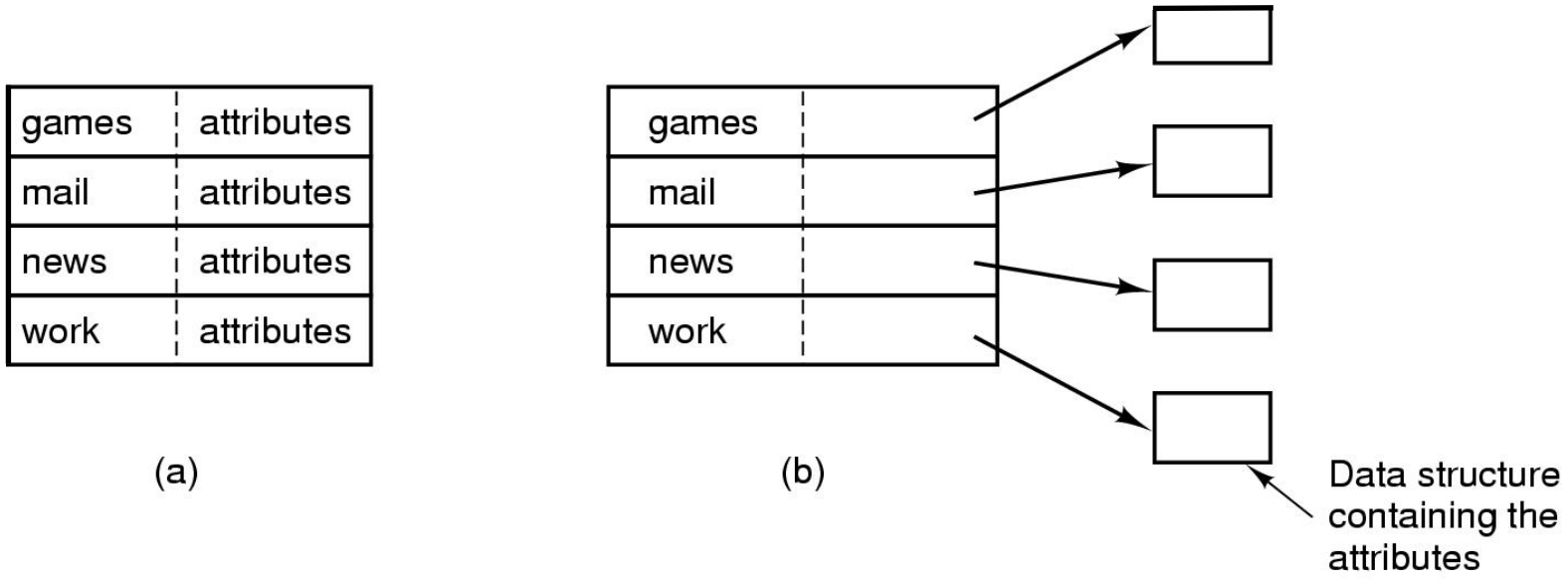
Exemplo de nó-i (inode) usado em UNIX

Implementação de ficheiros (6)



Exemplo de nó-i (inode) UNIX BSD

Implementação de diretórios (1)



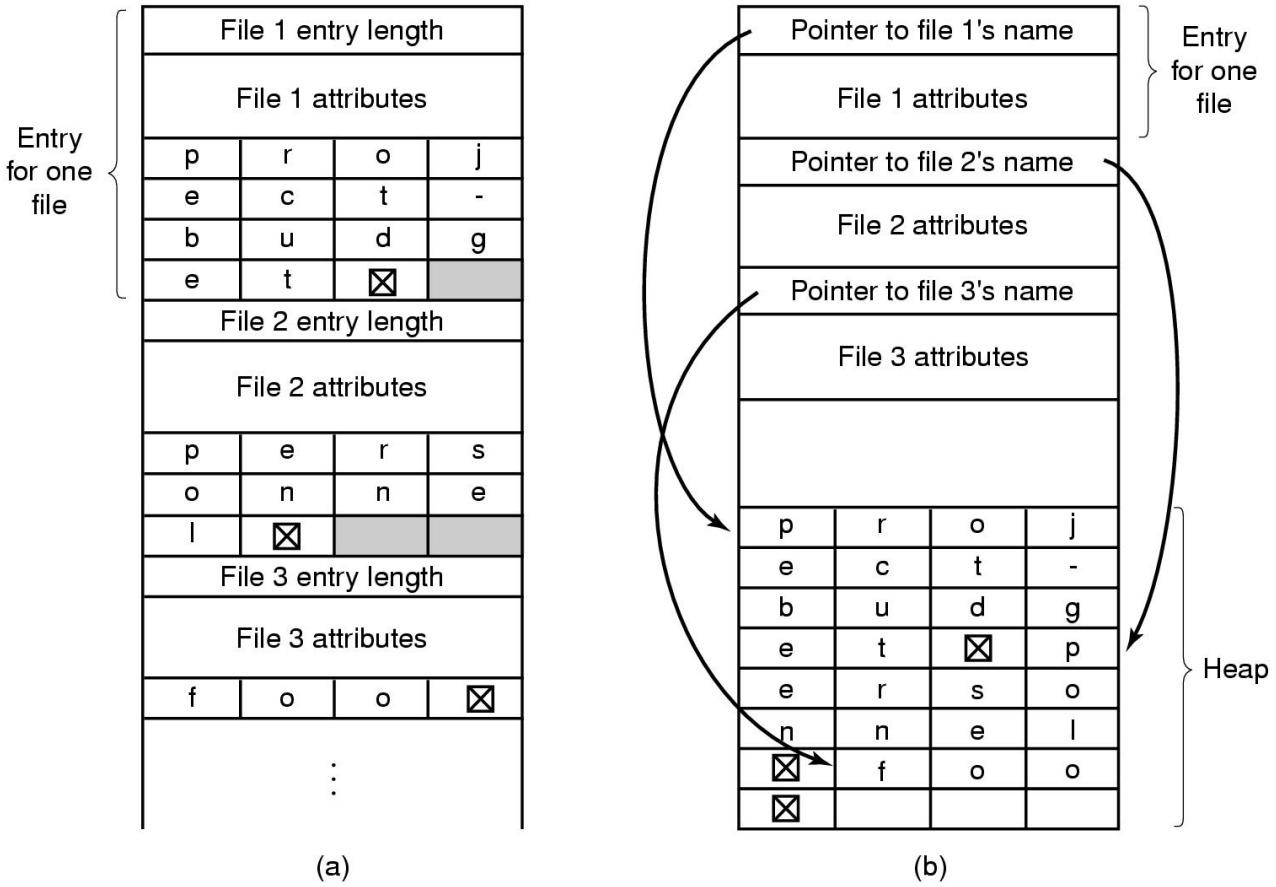
(a) diretório simples

Entradas de tamanho fixo

Endereços e atributos na entrada de diretório

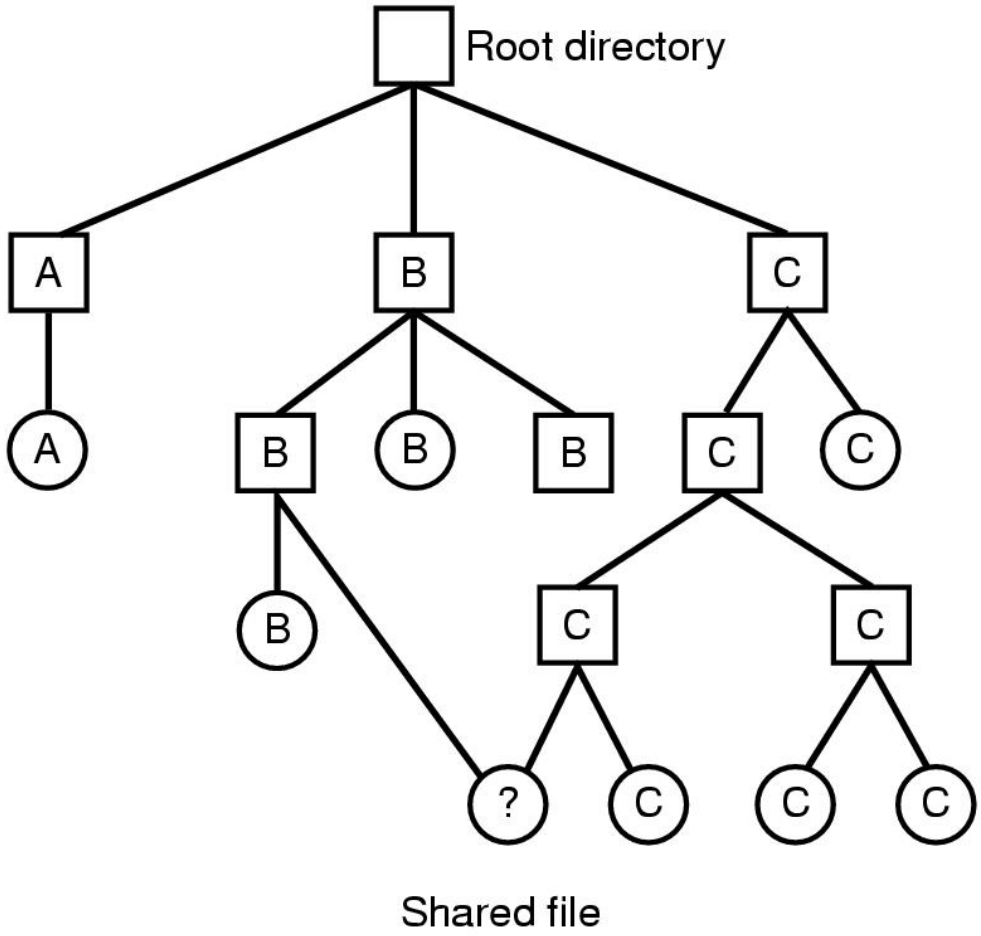
(b) Diretório onde cada entrada refere a um nó-i

Implementação de Diretórios (2)



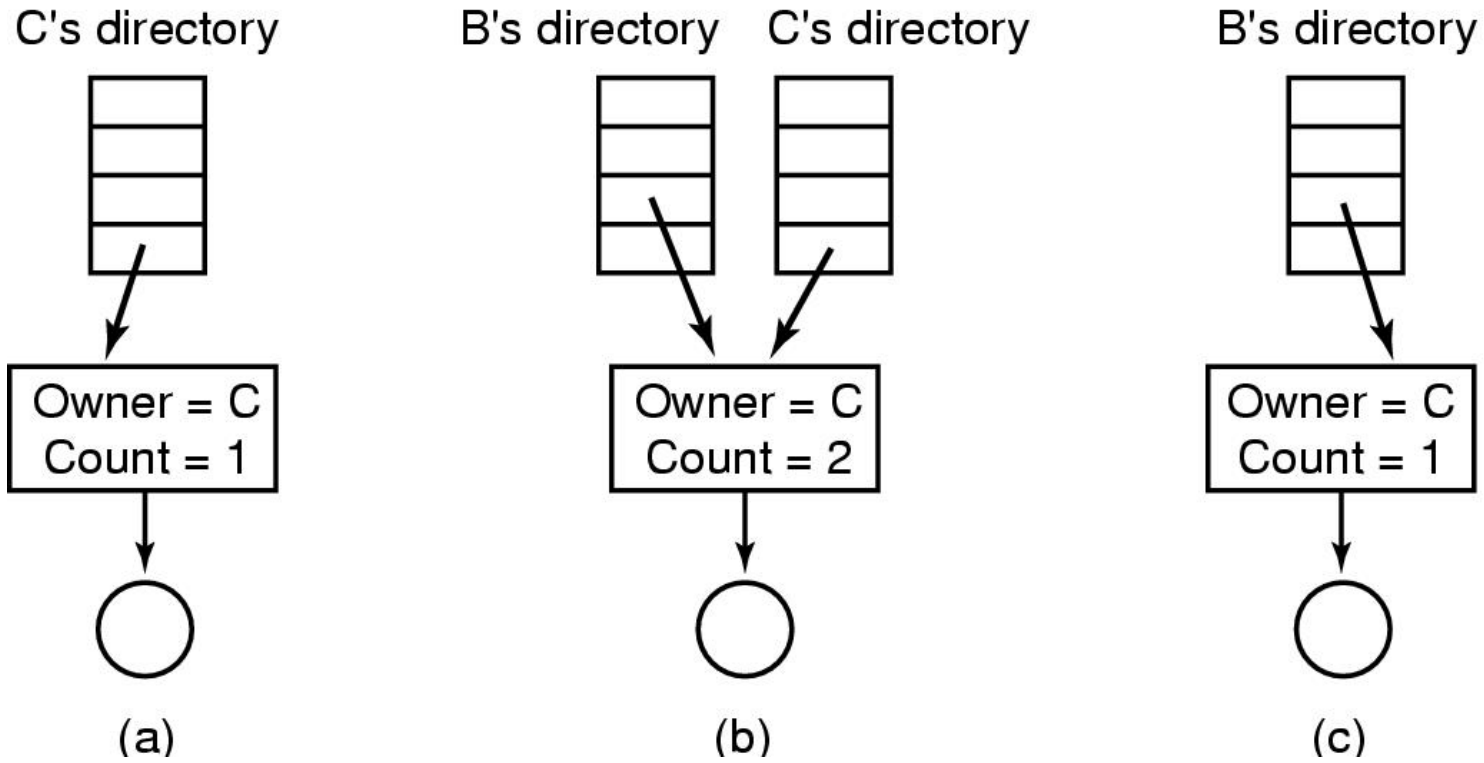
- Como armazenar nomes de diretórios muito longos?
  - (a) In-line
  - (b) In a heap

Ficheiros compartilhados (1)



Sistema de ficheiros contendo um ficheiro compartilhado

Ficheiros compartilhados (2)

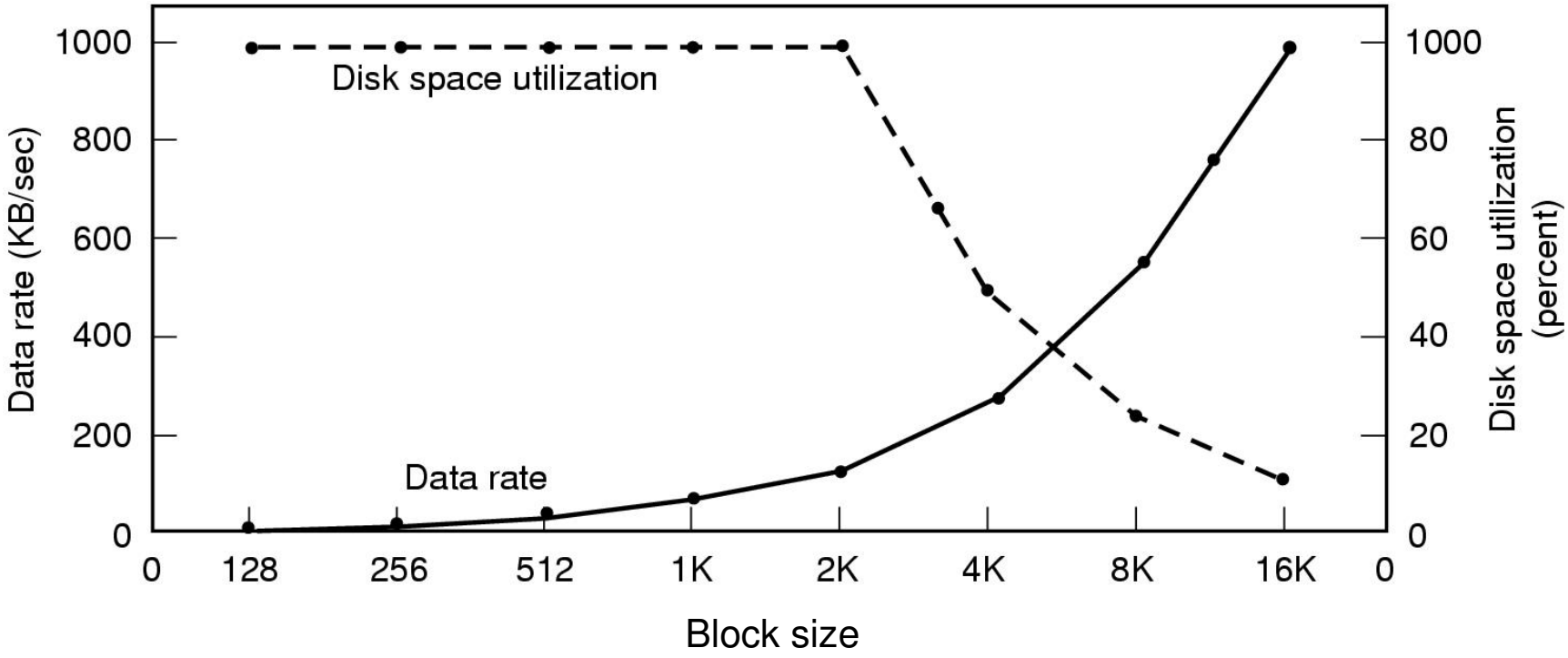


(a) Situação antes do link

(b) Após o link ser criado

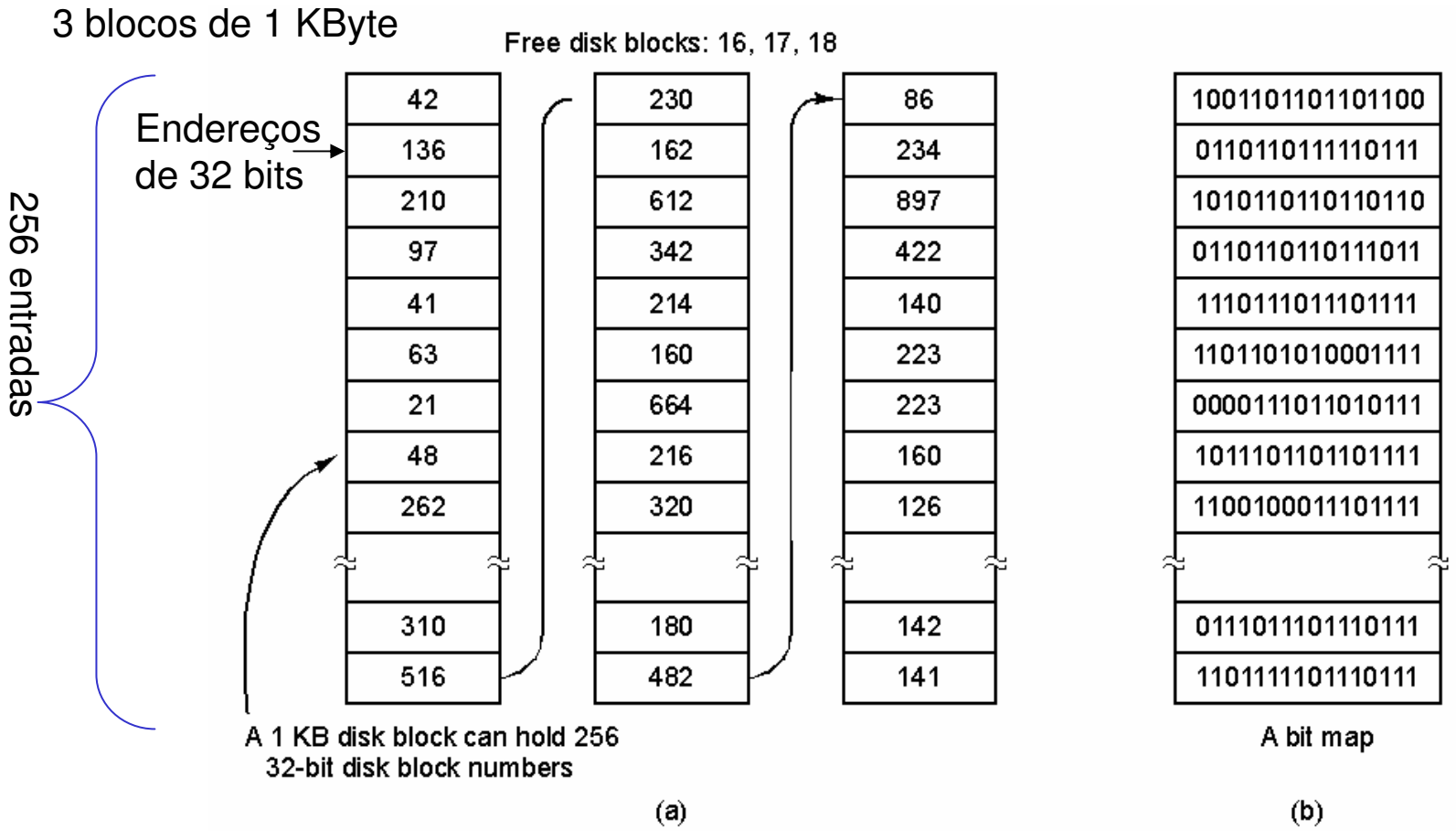
(c) Após fich original ser removido pelo dono

Gestão de espaço em disco (1)



- Linha cheia (escala à esq) indica taxa de transf do disco
- Linha pontilhada (escala à dir) indica eficiência
- Todos os fichs 2 KBytes

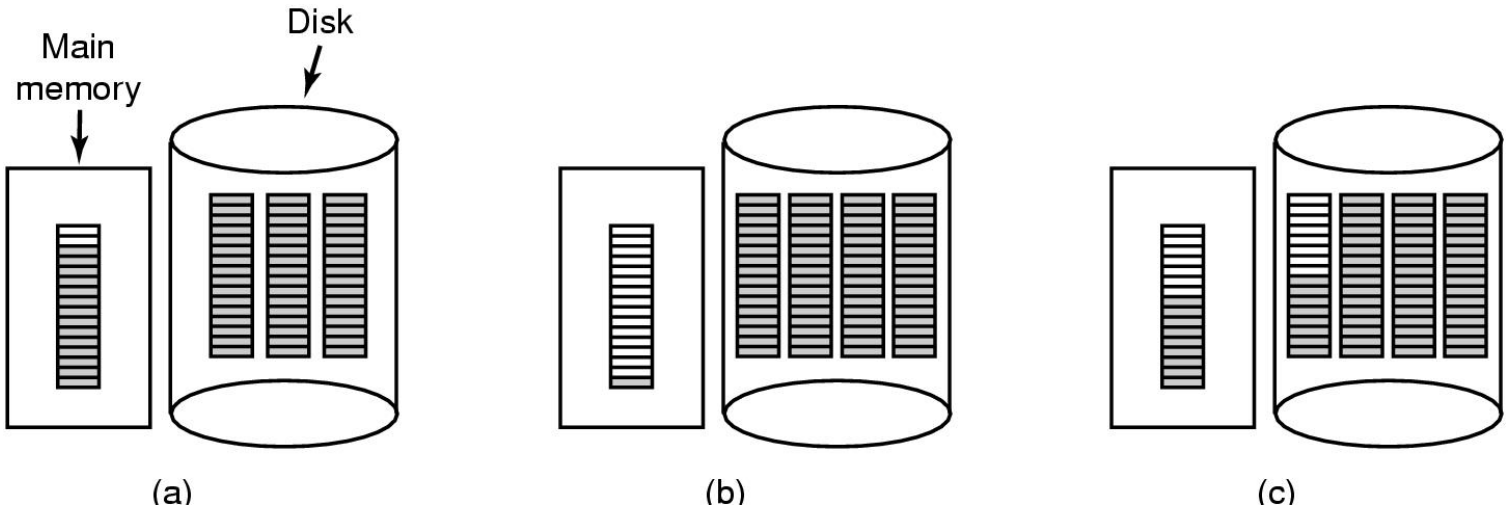
Gestão de espaço em disco (2)



(a) Armazenando blocos livres numa lista encadeada

(b) Armazenando em um bitmap

Gestão de espaço em disco (3)



(a) Bloco com apontadores para blocos livres no disco em memória RAM, quase cheio

- Três blocos de apontadores no disco

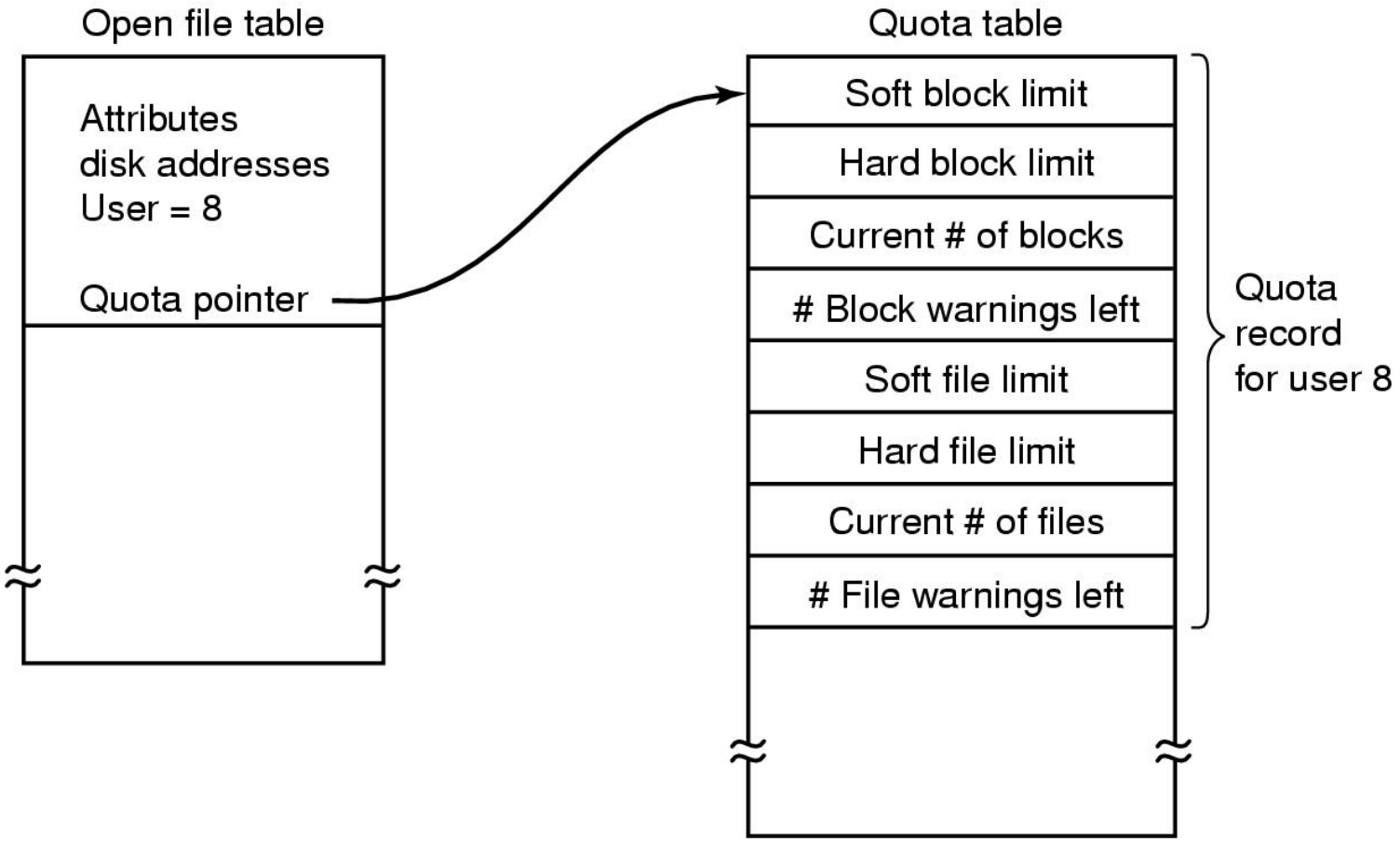
(b) Resultado após libertar um ficheiro de 3 blocos

(c) Estratégia alernativa para manipular os três blocos livres

– Alguns apontadores para blocos livres ficam já em memória

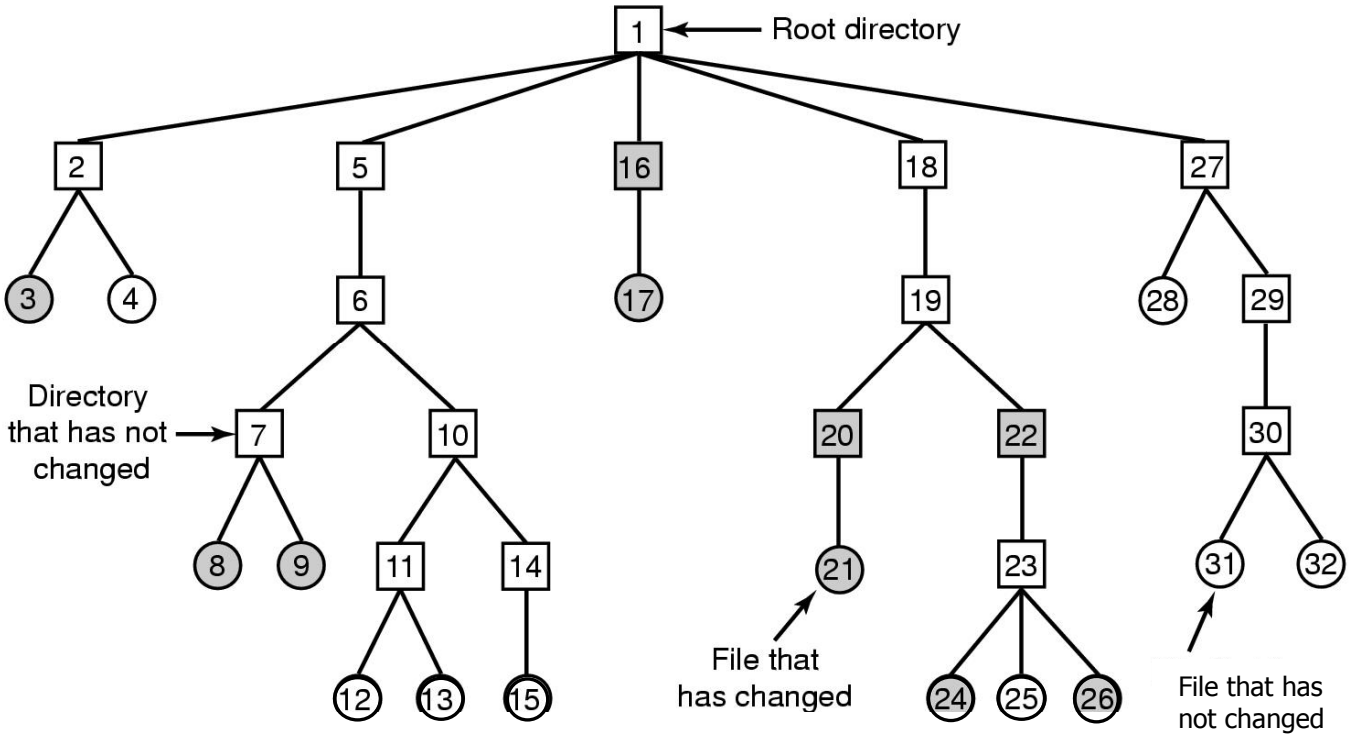
- Entradas em cinza são ponteiros para blocos livres

Gestão de espaço em disco (4)



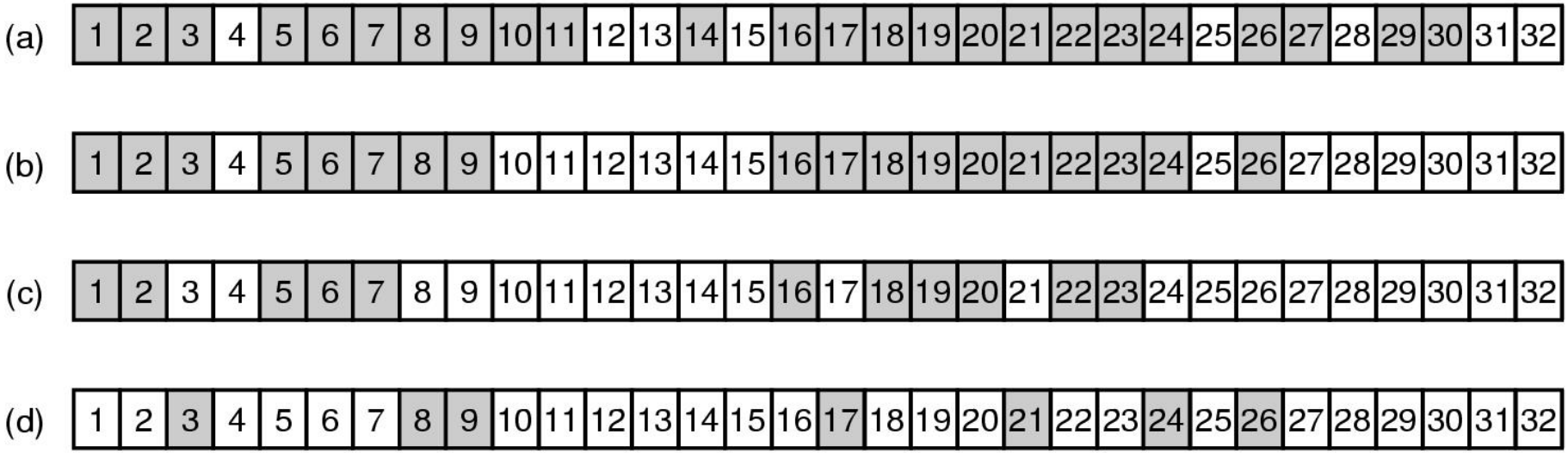
Esquema de quotas para gerir espaço consumido por utilizador

“Backups” do sistema de ficheiros (1)



- Sistema de ficheiros a ser “dumped”
  - Quadrados são diretórios, círculos são ficheiros
  - Itens em cinza, modificados desde o último backup
  - Cada dir e fich com seu número de nó-i

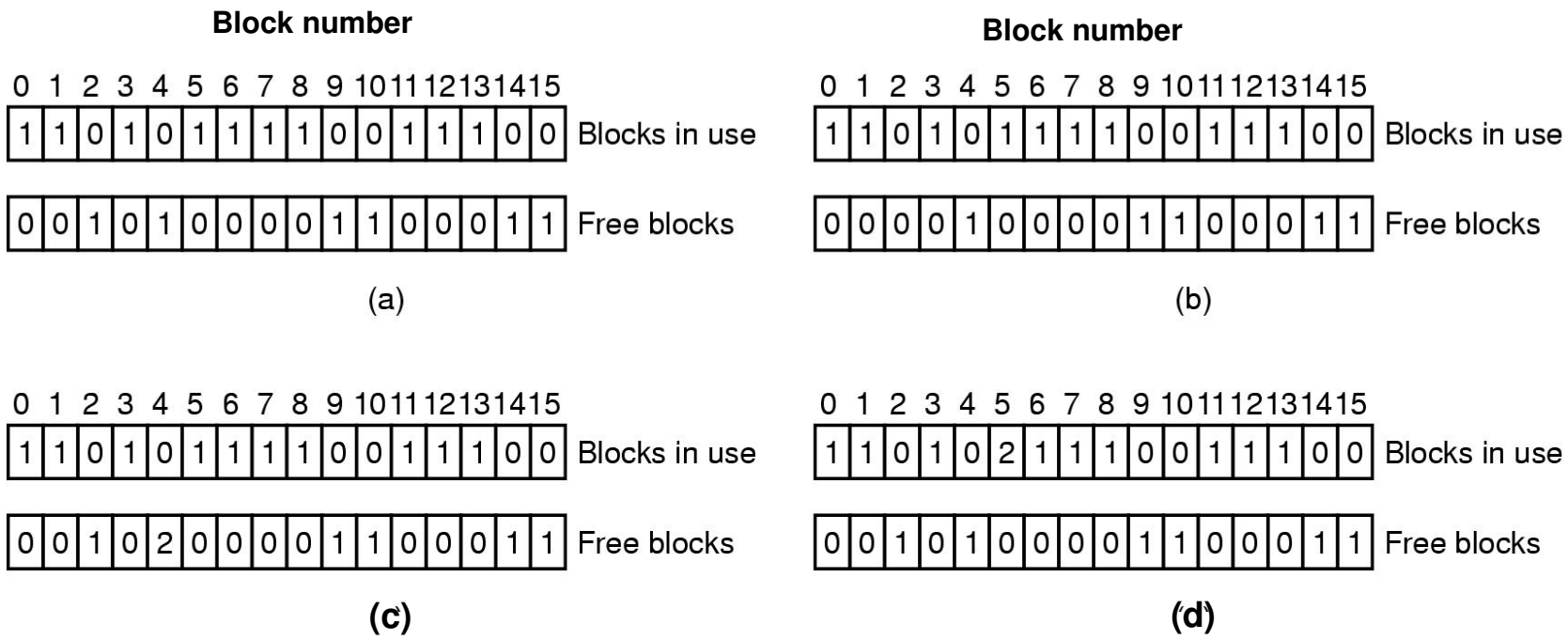
“Backups” do sistema de ficheiros (2)



(a) Ficheiros que não foram modificados (4, 12, 13...)
(b) Começando pela raiz, nós-i de sub-árvores que foram modificadas (1,2, 3,...)
(c) Diretórios modificados (1, 2, 5, 6,...)
(d) Ficheiros modificados (3, 8, 9,...)

Bitmaps usados pelo algoritmo de “dumping” lógico

Consistência do sistema de ficheiros(1)



- Estados do sistema de ficheiros
  - (a) consistente
  - (b) bloco perdido (2)
  - (c) bloco duplicado na lista de blocos livres (4)
  - (d) Bloco de dados utilizado mais de uma vez (5)

Consistência do sistema de ficheiros (2)

FSCK em Unix:

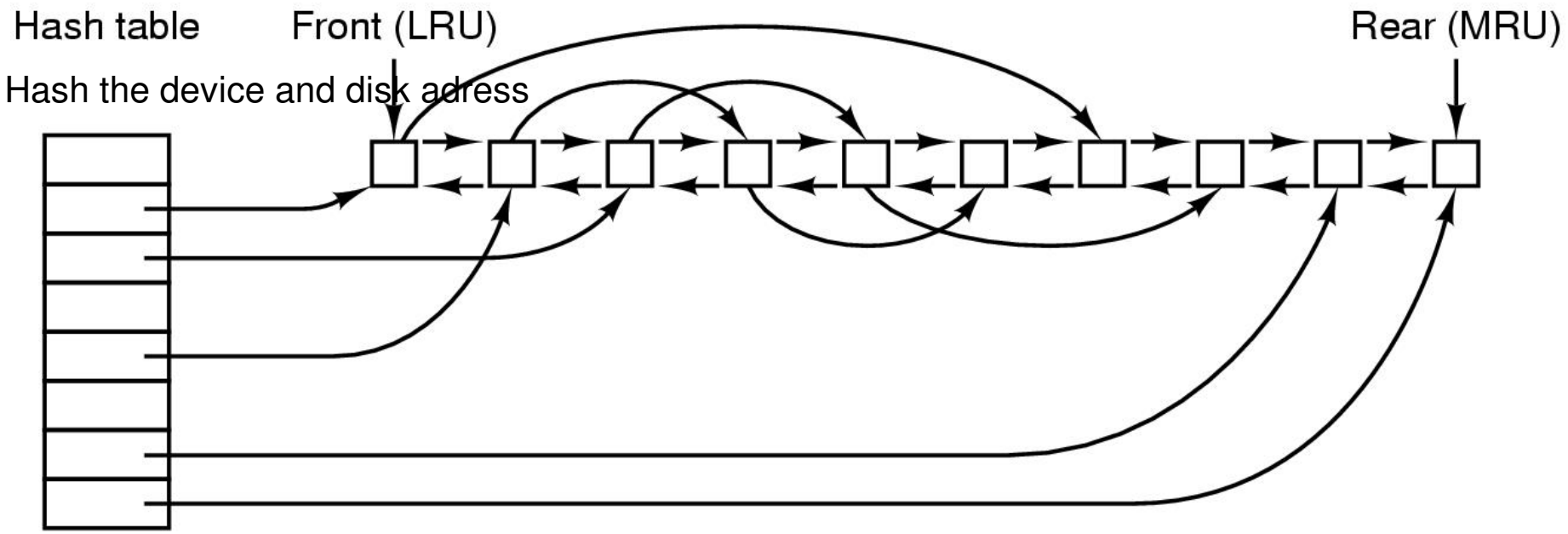
Compara os blocos em ficheiros com a lista de blocos livres. Todo bloco deve estar contado exatamente 1 vez. Se este não for o caso:

- bloco não aparece em lugar algum: ligar à lista de blocos livres.

- bloco aparece na lista de blocos livres e em um ficheiro: remover da lista de blocos livres.

- Aparece mais de uma vez em ficheiros – situação muito má! – associar o bloco a um dos ficheiros e notificar.

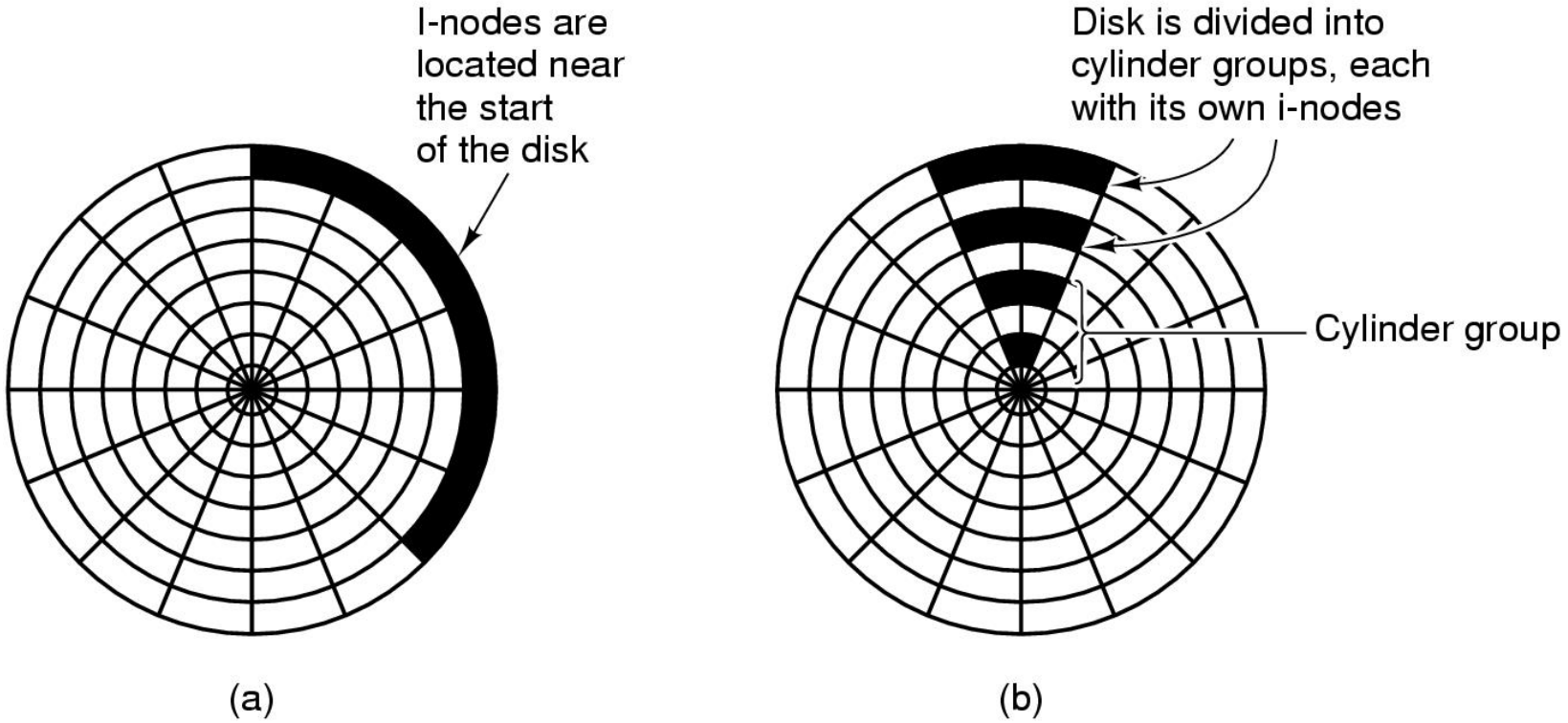
Desempenho do sistema de ficheiros (1)



Estruturas de dados do "buffer (block) cache"

- caching
- leitura do próximo bloco
- redução do movimento do braço do disco

Desempenho do sistema de ficheiros (2)



- (a) Inodes colocados no início do disco
- (b) Disco dividido em grupos de cilindros
  - Cada qual com seus blocos e inodes

Sistemas de ficheiros "log-structured"

- Com CPUs mais rápidas e mamórias maiores
  - Caches de disco podem também ser grandes
  - Número maior de pedidos pode ser resolvido pela cache
  - …o que indica que a maior parte de acessos a disco será para escritas

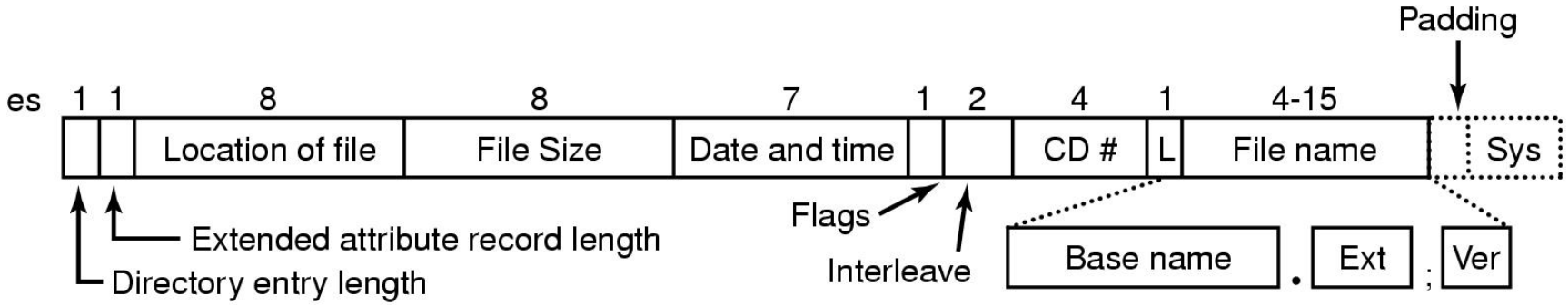
- LFS (Log-structured File System) organiza o disco como se fosse um log
  - Escritas são guardadas em memória (buffered)
  - Escreve periodicamente no fim do log
  - Inodes, blocos de dados, diretórios etc estão todos misturados ocupando um segmento
  - when file opened, locate i-node, then find blocks

Sistemas de ficheiros "journaling"

- Utilizados para manter sistemas de ficheiros consistentes até um determinado momento
- NTFS (Win), Linux ext2, ReiserFS
- procedimento
  - Anota as três ações de remoção de ficheiros em log:
    - Remover a entrada do diretório
    - Libertar o nó-i (ligar à lista de livres)
    - Libertar blocos de dados do ficheiro
  - Escreve o log no disco
  - Pode então começar as ações
  - Se bem sucedido: apaga o log
  - Senão, verifica o log para repetir as ações

Exemplos de sistemas de ficheiros

CD-ROM File Systems

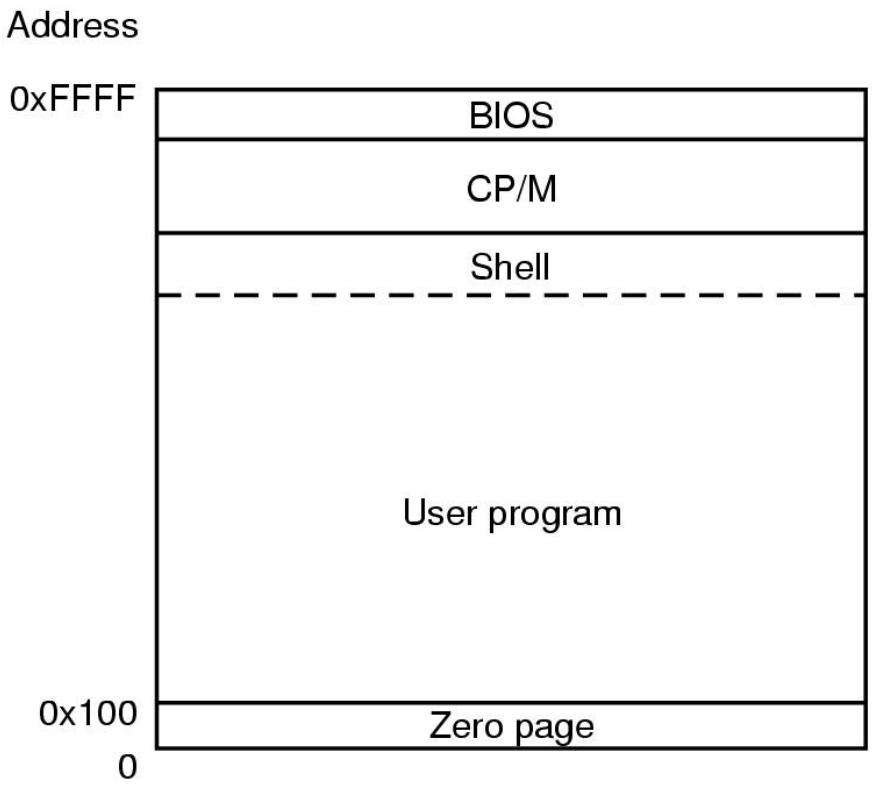


Organização física:

- espiral de bits
- movimento através da espiral possível
- bits divididos em blocos (setor lógico) de tamanho 2532 bytes
- posição de um bloco: minutos e segundos, 1sec = 75 blocos
- CD para música tem extensões (leadin, leadout, intertrack gaps etc)

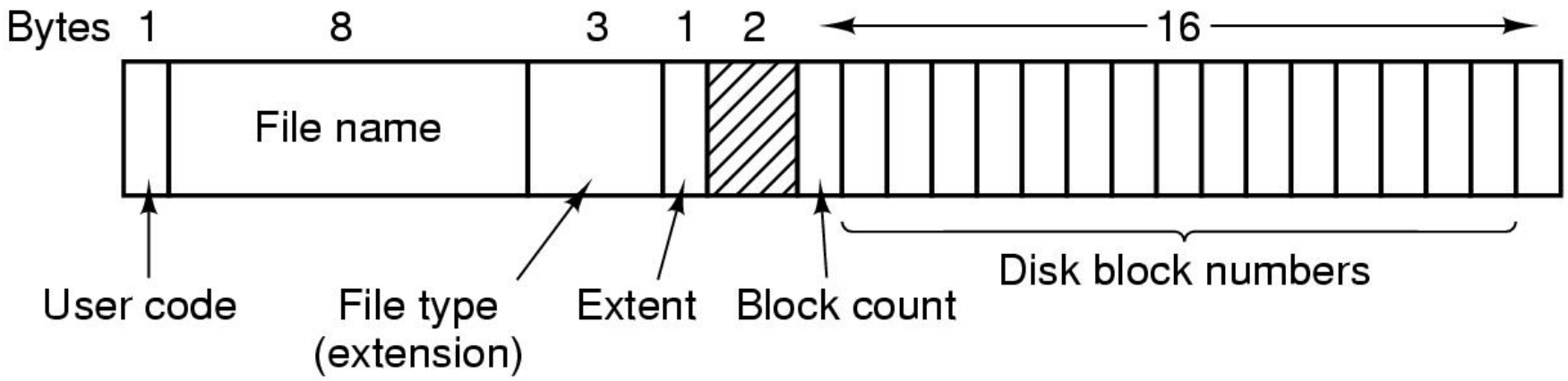
Entrada de diretório do padrão ISO 9660

CP/M (1)



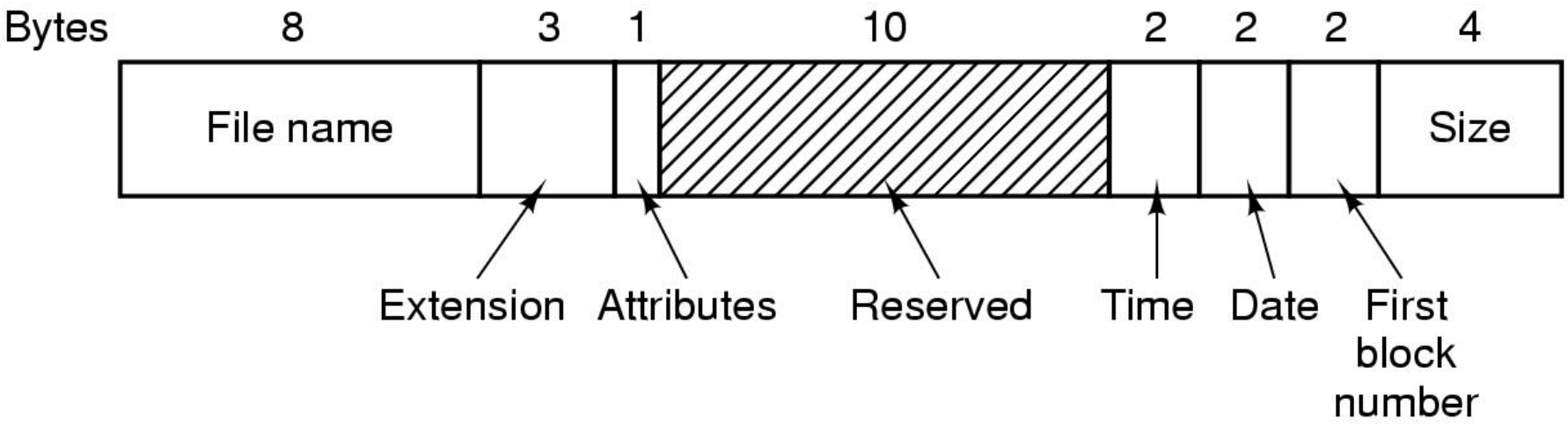
Organização de memória do CP/M

O sistema de ficheiros CP/M (2)



Entrada de diretório do CP/M

MS-DOS (1)



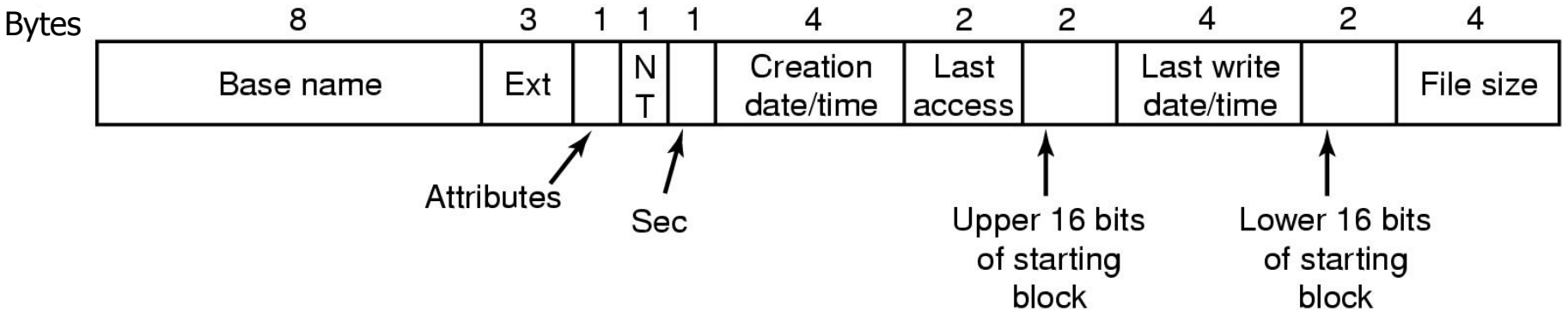
Entrada de diretório do MS-DOS

MS-DOS (2)

Block size	FAT-12	FAT-16	FAT-32
0.5 KB	2 MB		
1 KB	4 MB		
2 KB	8 MB	128 MB	
4 KB	16 MB	256 MB	1 TB
8 KB		512 MB	2 TB
16 KB		1024 MB	2 TB
32 KB		2048 MB	2 TB

- Partição máxima para diferentes tamanhos de bloco
- Células vazias são combinações não permitidas

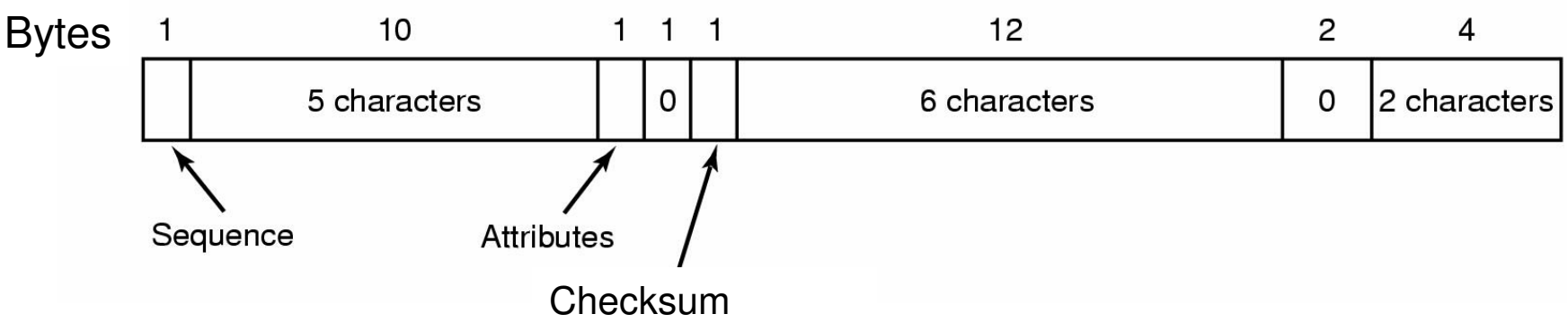
O sistema de ficheiros do Windows 98 (1)



16 bits extra para ser compatível com FAT32 (32 bits de endereçamento por bloco)
Bit de compatibilidade com NT
Precisão de 10ms para o tempo de criação (via campo sec)

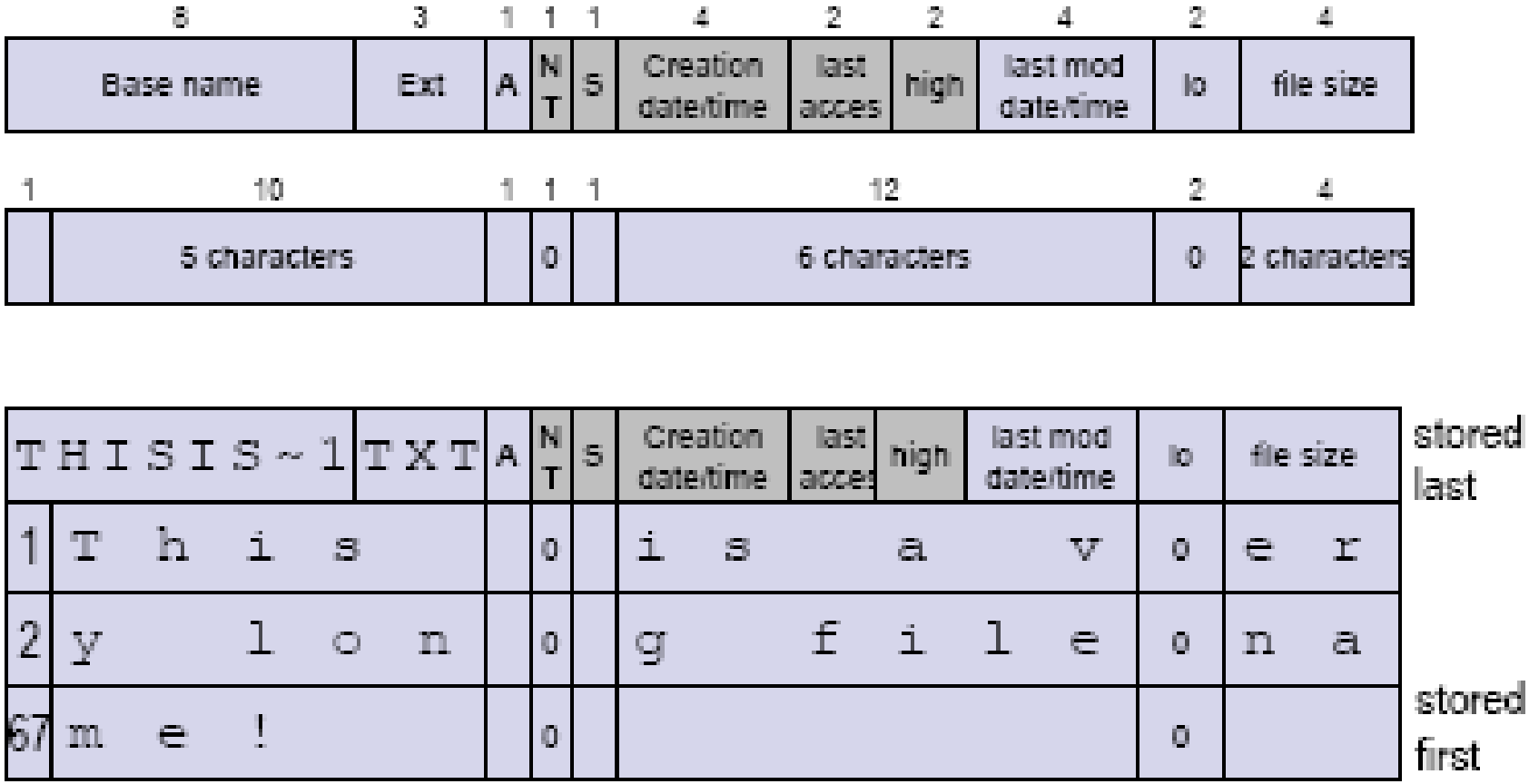
Extensão de entrada de diretório do MS-DOS usada no Windows 98

O sistema de ficheiros do Windows 98 (2)



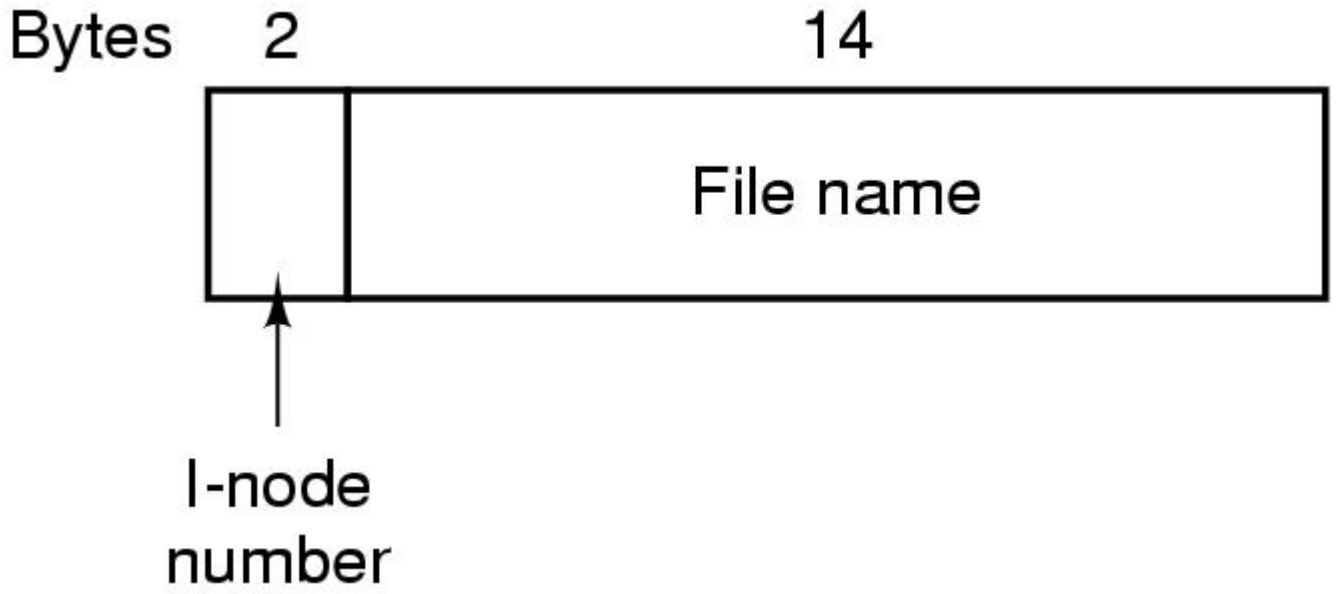
Entrada (parte de) para um ficheiro com nome longo no Windows 98
Extensão da entrada padrão com 8.3 caracteres
Pode utilizar várias desta extensões

O sistema de ficheiros do Windows 98 (3)



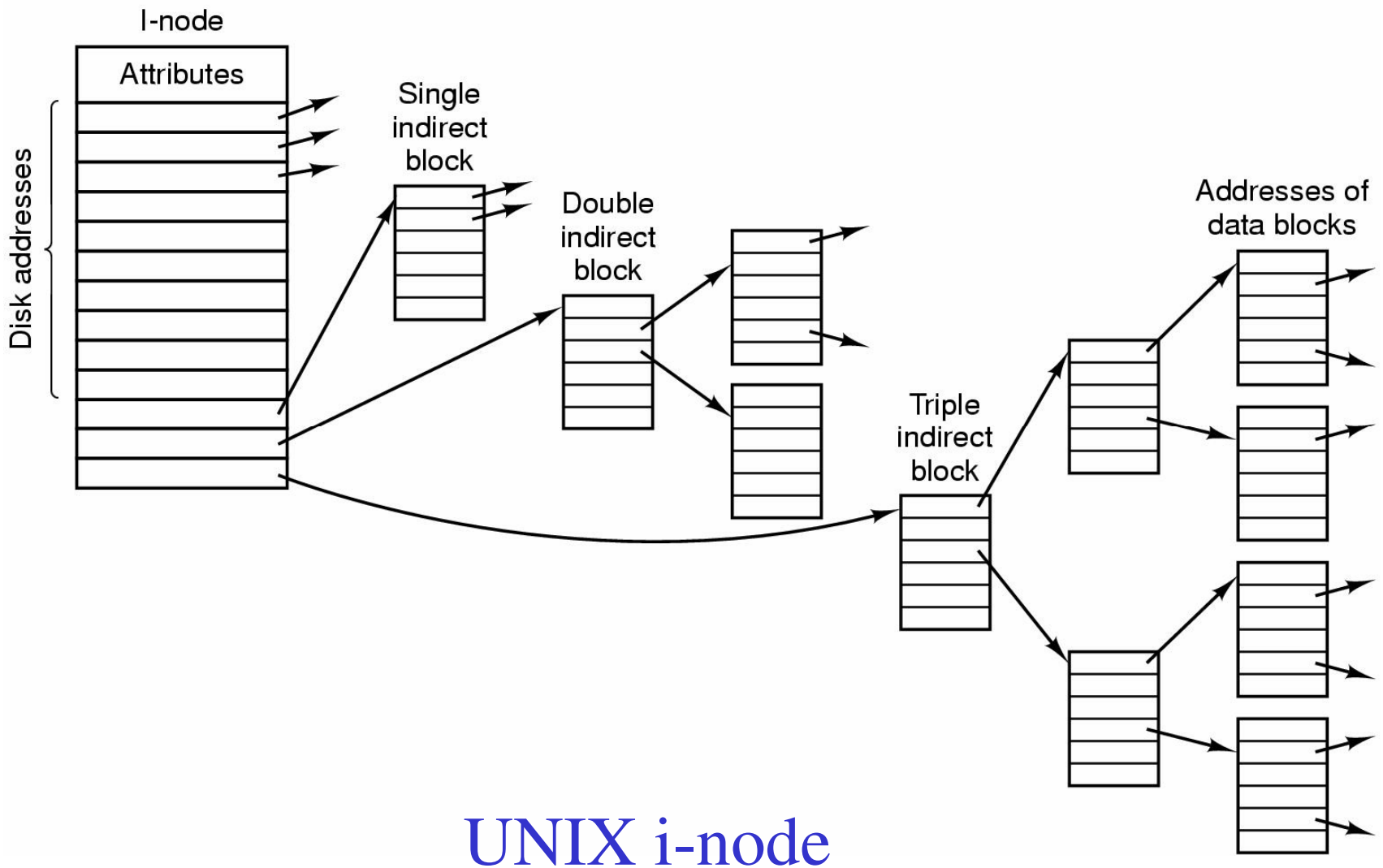
Exemplo de nome longo armazenado no Windows 98

O sistema de ficheiros UNIX V7 (1)



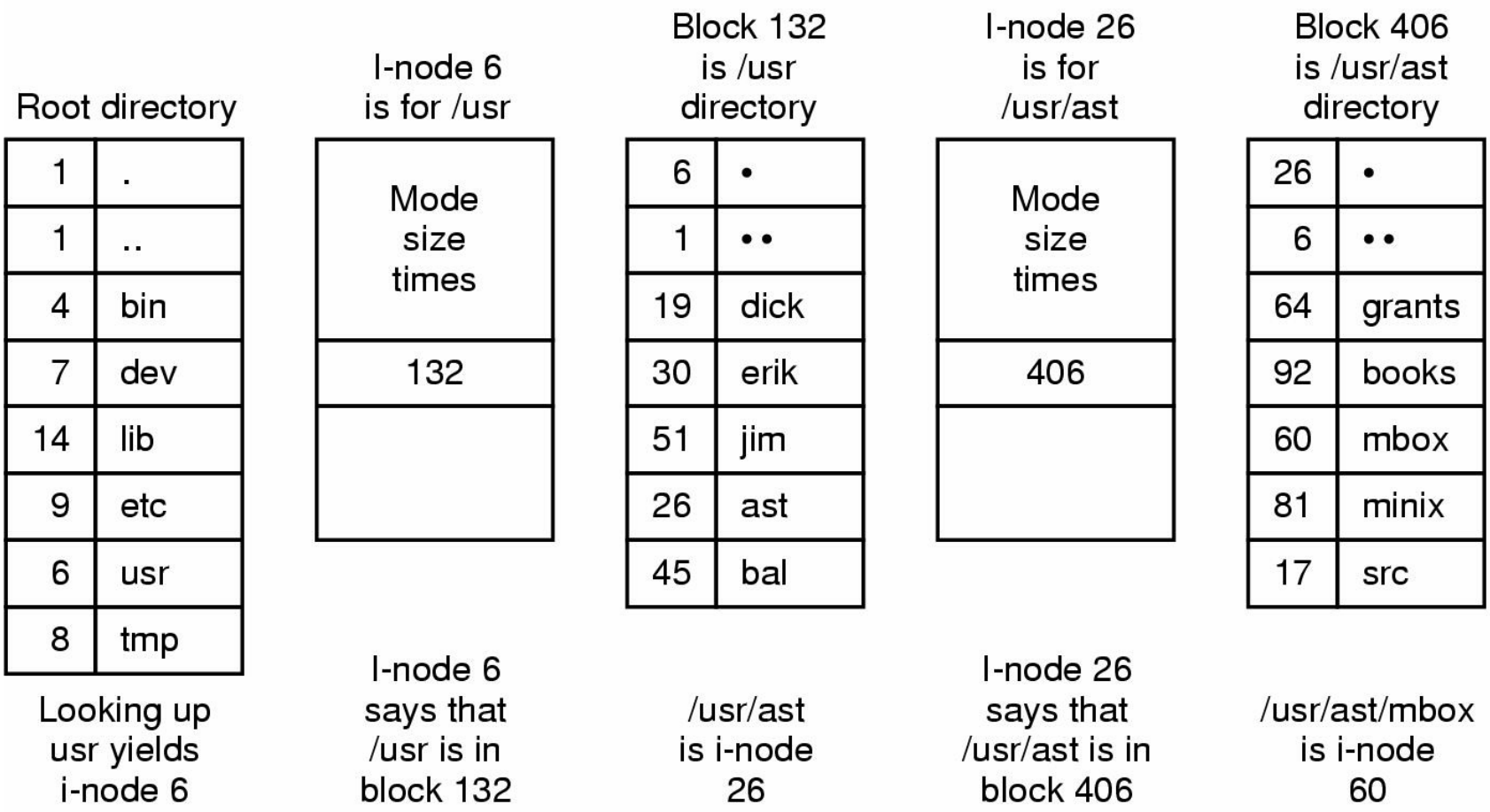
Entrada de diretório

O sistema de ficheiros UNIX V7 (2)



UNIX i-node

UNIX V7 (3)



Passos para encontrar */usr/ast/mbox*